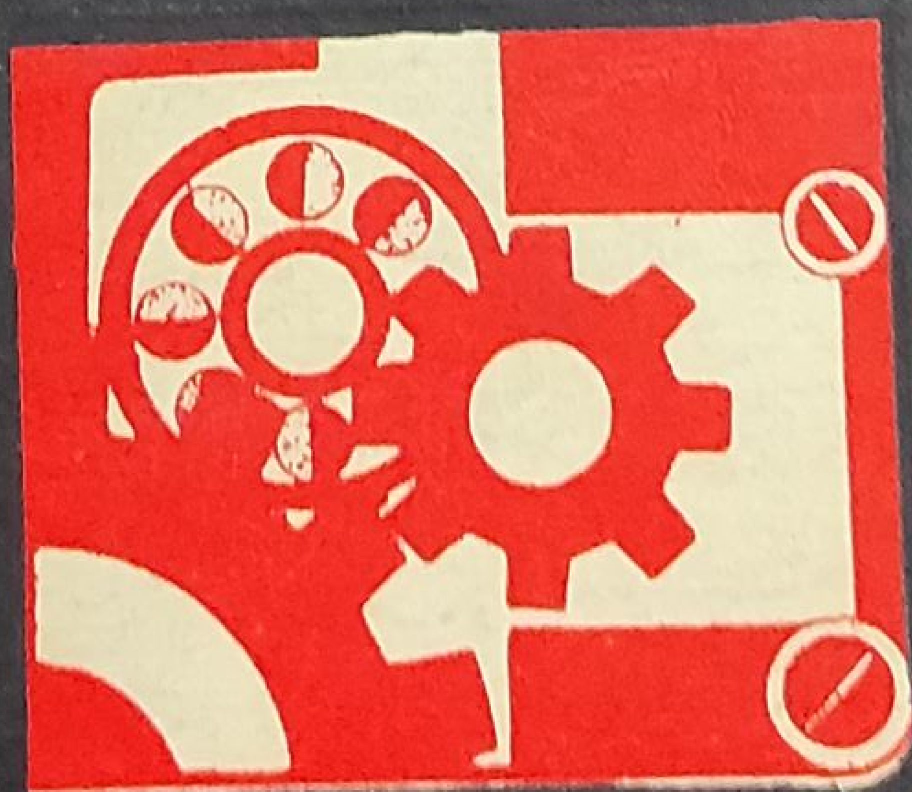
Vitalie Belous

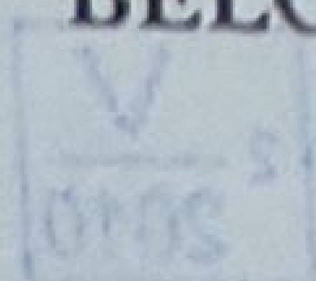
CREAȚIA TEHNICĂ în construcția de mașini

INVENTICA

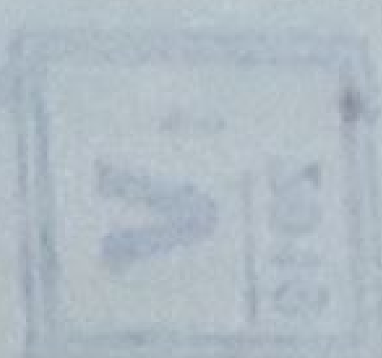
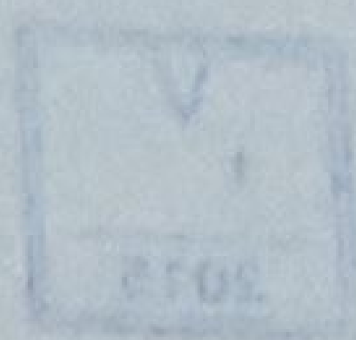


Editura Junimea

624
B43

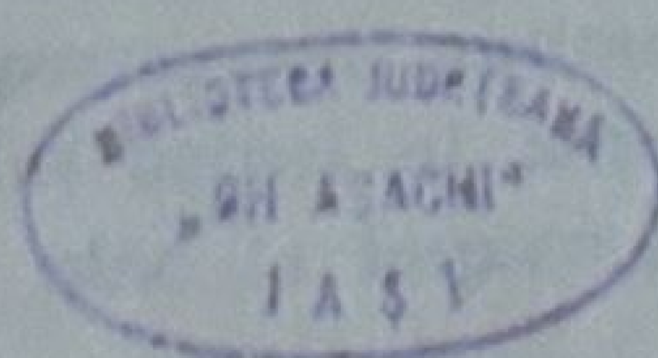


Prof. univ. dr. ing. VITALIE BELOUS

Creaţia tehnică în construcţia de maşini

INVENTICA



505.265

Editura „Junimea" Iaşi
1986

Cuvînt înainte

Inventica, parte integrantă a creaticii, este concepută în această lucrare ca o știință și artă a creației tehnice ; știință în măsura în care procesul creativ este transferat gîndirii convergente — algoritmicului — logicului — combinatoricii și artă, în măsura în care rămîne și se manifestă eficient în sfera gîndirii divergente, a euristicului, a conlucrării dintre conștient și subconștient, a abilității alternării gîndirii convergente cu cea divergentă, a algoritmicului cu euristicul, a deducției cu inducția, a metodelor și tehnicilor logice-analitice — cu cele intuitive.

Situată la confluența dintre fizică, matematică, filozofie, logică, psihologie, sociologie, tehnologie, economie, organizare, estetică și drept industrial, inventica, în aceeași măsură ca și ingineria valorii sau proiectarea creativă are drept scop fundamental îmbinarea creatoare a cunoștințelor polivalente ale inventatorului, pentru realizarea în condiții restrictive determinate, a unor noi soluții, caracterizate prin maxim de funcțional și minim de costuri.

Pornind de la premiza că o adevărată creație tehnică se încheie cu larga sa valorificare industrială, inventica este concepută de asemenea și ca o știință și artă a parcurgerii optimale a anevoiosului drum de la analiza și sinteza stadiului actual al tehnicii și formularea pe această bază a temei de creație, pînă la implementarea eficientă a acesteia în producție.

Constatîndu-se faptul că ineficiența activității creative în tehnică nu rezidă numai în cauze de ordin psihologic, cum sînt inerția psihologică, rigiditatea funcțională sau frica de critică ci și de ordin gnoseologic, cum ar fi necunoașterea procesului creativ, dezvoltarea insuficientă a metodelor și tehnicilor logice-deductive de creație, necunoașterea tehnicii redactării descrierilor de invenții, necunoașterea unui flux practic pentru proiectarea creativă, a legislației proprietății intelectuale și a implementării industriale, sau de ordin tehnic și organizatoric, prezenta lucrare, concepută și ca un manual al inventatorului din domeniul

construcțiilor de mașini, are o problematică mai largă decît lucrările cu același titlu apărute pînă în prezent și cuprinde capitole referitoare la psihognoseologia și bazele logice-matematice ale creației, la tehnicile și metodele logice și intuitive de creație, la principiile proiectării creative, la tehnica informării și sintezei informațiilor și a verificării inginerești, la principiile optimizării în creația tehnică, la tehnica elaborării descrierilor de invenții, la legislația protecției intelectuale și a implementării industriale, ilustrate pin exemple din experiența personală a autorului.

Inventica — creația tehnică în construcția de mașini — se adresează în primul rînd creatorilor din domeniul cel mai complex al creației tehnice, cel al construcțiilor de mașini, inventatorilor consacrați, inginerilor, cercetătorilor, doctoranzilor și studenților din institutele politehnice, dornici să contribuie la sporirea fondului național de aur cenușiu, prin urmare unor cititori angajați în creație, pentru care motivația este puternică și, de aceea, am renunțat la prezentarea unui capitol special de psihosociologia creației.

Destinată în primul rînd specialiștilor creatori din domeniul construcțiilor de mașini, manualul va putea fi folosit și de specialiștii din alte domenii ale tehnicii, unele concluzii și metodologii din lucrare fiind extrapolabile.

Pentru aprofundarea capitolelor acestui manual, recomandăm creatorilor să facă și incursiuni în psihologie, logică, combinatorică, teoria optimizării, fizică, ingineria valorii, organizarea producției, estetică etc., incursiuni menite nu numai să asigure o înțelegere mai largă a prezentei lucrări, ci și o accentuare a pregătirii fundamentale, atît de necesare asigurării însușirii de bază a oricărui creator — flexibilitatea.

Lucrarea va putea servi și ca material de bază în predarea proiectării creative în institutele politehnice, precum și la cursurile postuniversitare de inventică.

AUTORUL

Iași, 2 iunie 1985

CAPITOLUL I

SINTEZA CREATIVĂ — FACTOR DE BAZĂ ÎN SPORIREA FONDULUI NAŢIONAL DE CREAŢIE TEHNICĂ, ÎN ACCELERAREA PROGRESULUI ŞTIINŢIFIC ŞI TEHNOLOGIC

Acceleraţia progresului ştiinţific şi tehnologic reprezintă un deziderat fundamental pentru toate statele lumii, indiferent de orînduire sau de nivel de dezvoltare economică, dar capătă accente vitale pentru statele subdezvoltate, în curs de dezvoltare, sau chiar cu dezvoltare industrial-economică medie.

Dacă progresul ştiinţific şi tehnologic, care hotărăşte nivelul de dezvoltare a unei ţări, urmează o curbă exponenţială — unanim admisă — în abscisă fiind reprezentat timpul, iar în ordonată nivelul tehnologic (cantitativ şi calitativ, fig. 1.1.), se constată următoarele :

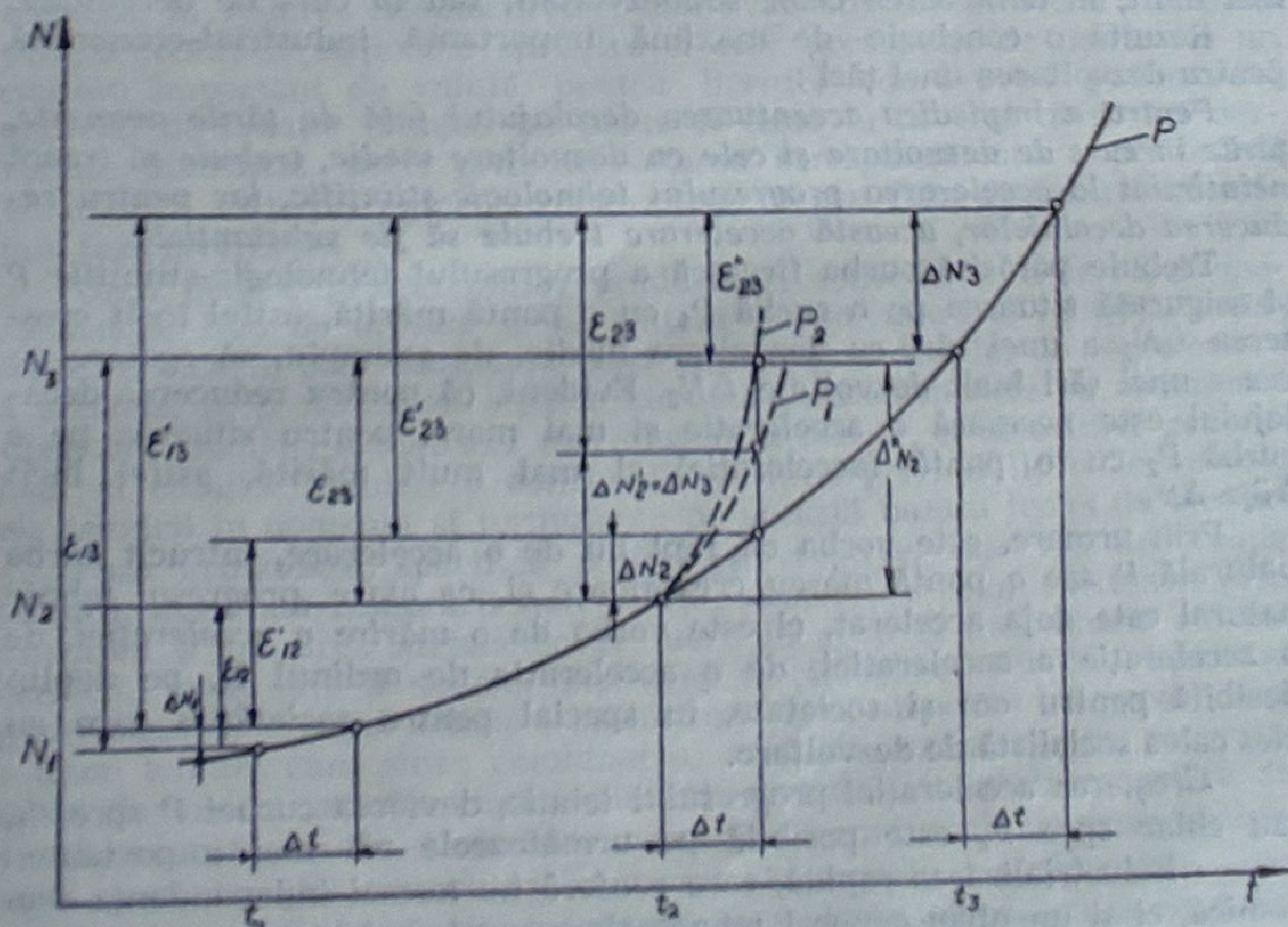


Fig. 1.1.

— Nivelul tehnologic și științific convențional N cuprinzînd în structură mai mulți parametri cantitativi și calitativi, de tipul, productivitatea în industrie, productivitatea în agricultură, numărul invențiilor în vigoare folosite, vechimea (noutatea tehnologiilor), numărul invențiilor proprii înregistrate și brevetate, numărul licențelor asimilate într-un an, creșterea anuală a productivității muncii etc. situează diferitele state ale lumii în diferitele porțiuni ale curbei (t_1, t_2, t_3, ...) decalate în timp, conform cu decalajele corespunzătoare de nivel tehnologic-științific (N_1, N_2, N_3, ...).

— Statele subdezvoltate și cele în curs de dezvoltare, aflîndu-se la un nivel tehnologic-științific scăzut (N_1), se vor situa pe o porțiune a curbei progresului cu pantă mică, ceea ce face ca pentru o dezvoltare normală, într-un interval de timp Δt, creșterea corespunzătoare de nivel ΔN_1 să fie neînsemnată, în timp ce pentru o țară mediu dezvoltată (nivel N_2) aflată pe o porțiune cu pantă crescută, creșterea va fi mai mare (ΔN_2) iar pentru o țară înalt dezvoltată (N_3) creșterea științifică-tehnologică devine de-a dreptul vertiginoasă (ΔN_3).

— Întrucît creșterile de nivel sînt cu atît mai mari, cu cît nivelul deja atins este mai mare ($\Delta N_3 > \Delta N_2 > \Delta N_1$) rezultă că decalajele inițiale între o țară subdezvoltată și una cu dezvoltare medie ε_{12}, sau în raport cu una cu o înaltă dezvoltare ε_{13}, cresc ($\varepsilon'_{12} > \varepsilon_{12}$, $\varepsilon'_{13} > \varepsilon_{13}$) ceea ce se întîmplă și cu decalajul între țările cu dezvoltare medie și cele înalt dezvoltate ($\varepsilon'_{23} > \varepsilon_{23}$).

Cu alte cuvinte, timpul lucrează în favoarea celor dezvoltați științific-tehnologic și în defavoarea celor cu o dezvoltare medie și, cu atît mai mult, în defavoarea celor subdezvoltați, sau în curs de dezvoltare.

Rezultă o concluzie de maximă importanță industrial-economică pentru dezvoltarea unei țări :

Pentru a împiedica accentuarea decalajului față de țările avansate, țările în curs de dezvoltare și cele cu dezvoltare medie, trebuie să treacă neîntîrziat la accelerarea progresului tehnologic-științific, iar pentru reducerea decalajelor, această accelerare trebuie să fie substanțială.

Trebuie părăsită curba firească a progresului tehnologic-științific P și asigurată situarea pe o curbă P_1 cu o pantă mărită, astfel încît creșterea ΔN_2 a unei țări cu dezvoltare medie, de exemplu, să egaleze pe cea a unei țări înalt dezvoltate ΔN_3. Evident, că pentru reducerea decalajului este necesară o accelerație și mai mare, pentru situarea pe o curbă P_2 cu o pantă (accelerație) și mai mult mărită, astfel încît $\Delta''_{N_2} > \Delta N_3$

Prin urmare, este vorba de fapt nu de o accelerare, întrucît curba naturală P are o pantă mereu crescătoare și, ca atare, progresul tehnic natural este deja accelerat, ci este vorba de o *mărire a accelerației*, de o accelerație a accelerației, de o accelerație de ordinul II, pe deplin posibilă pentru om și societate, în special pentru societățile care au ales calea socialistă de dezvoltare.

Creșterea accelerației progresului tehnic, devierea curbei P spre P_1, sau chiar spre P_2 este posibilă pe următoarele căi mai importante :

— industrializarea rapidă, care conferă nu numai independența economică, ci și un nivel general tehnologic crescut, industria constructoare de mașini reprezentînd pîrghia principală ;

— transferul rapid de tehnologie de la țările cele mai dezvoltate din acest punct de vedere, prin licențe, sau prin reproiectări cu forțe proprii ;

— creația tehnică autohtonă.

Prezentul volum este consacrat celei de a III-a căi, calea proiectării creative în construcția de mașini, calea sintezei inginerești a unor soluții superioare celor cunoscute în tehnica mondială.

Cu toate că nu se pot inventa toate construcțiile de mașini de care este nevoie, nu se poate trece cu vederea faptul că pe calea licențelor se obțin niveluri deja depășite de cel care cesionează, iar dacă perioada de asimilare este prelungită, practic nu se realizează nici o accelerare a progresului tehnologic. Evident că, în cazul unei invenții, raportul se schimbă, întrucît se realizează o prioritate tehnologică mondială și cu cît mai rapidă este implementarea industrială a acesteia, cu atît accelerarea generală a progresului tehnic este mai semnificativă.

Transformarea inginerului dintr-un bun cunoscător al științei și tehnicii din domeniul construcțiilor de mașini într-un traducător al tehnicii mondiale la nivel național, iar de aici într-un adevărat creator de tehnică, reprezintă un proces complex, în care rolurile principale le îndeplinesc învățămîntul tehnic superior, institutele de cercetare-proiectare și inginerie tehnologică, subunitățile de cercetare-proiectare uzinale, precum și cursurile speciale postuniversitare din domeniul creativității și ingineriei valorii.

Fără a subestima importanța proiectării reproductive — de rutină, în care predomină analiza inginerească a soluțiilor existente pe plan mondial, în vederea adoptării celei mai avansate, a reproiectării acesteia pentru condițiile naționale specifice și care presupune de multe ori un consum important de valută pentru licențele de brevet, patrimoniul național de creație tehnică nu poate fi adus la nivelul unei țări dezvoltate industrial decît prin dezvoltarea corespunzătoare a proiectării creative, a sintezei inginerești în cadrul căreia faza de bază o constituie faza de creație.

Dacă pentru proiectantul reproducător, subordonat criteriului operativității, faza de analiză și de sinteză documentară a soluțiilor existente se încheie prin adoptarea celei optime și a deciziei de reproiectare a acesteia, la proiectantul creator, această fază se încheie cu elaborarea diagramei ideilor, a matricei morfologice a ideilor, a obiectului generalizat al creației tehnice, a concluziilor critice privind lipsurile actuale ale tehnicii în domeniu și formularea pe această bază a temei de creație.

Faza următoare, specifică proiectării creative, este cea de creație tehnică, destinată elaborării noii soluții, superioare celor existente, prin însușirea și folosirea metodelor de lucru în grup și individuale ale inventicii, cum sînt metodele analitice, morfologice, metoda obiectului generalizat al creației tehnice, brainstormingul, sinectica etc. precum și a unor tehnici cum sînt : combinarea, analogia, extrapolarea, generalizarea, inversia, empatia „input-output", metoda listelor interogative de verificare Osborne etc. Noua idee este supusă apoi unei riguroase analize inginerești, însoțită uneori de realizarea de modele experimentale, înainte de a se lua decizia de adoptare, în vederea elaborării proiectului prototipului experimental și apoi a celui industrial.

Practicarea eficientă a analizei şi sintezei inginereşti presupune o temeinică pregătire fundamentală şi tehnologică a inginerului; pentru a aborda problemele tehnice în fondul lor, inginerul trebuie să fie şi un bun matematician şi fizician, iar pentru a căpăta curajul de a încerca şi a transpune în viaţă ideile proprii — un bun practician-tehnolog.

Iaşul păstrează frumoase tradiţii în ceea ce priveşte pregătirea inginerilor constructori de maşini ca fizicieni şi matematicieni; primii profesori ai Facultăţii de mecanică din Iaşi, fiind elevi şi colaboratori ai academicienilor Procopiu, Miller şi Mayer, au ştiut să transmită actualilor profesori pasiunea pentru fizică şi matematică, pasiune care se transmite şi se reflectă şi în pregătirea inginerilor formaţi aici.

Adîncirea procesului de integrare a învăţămîntului cu cercetarea-proiectarea şi producţia, crearea în acest scop a unei puternice baze materiale, au permis ridicarea la un nou nivel şi a pregătirii practice-tehnologice a inginerilor constructori de maşini, nivel care asigură nu numai o capacitate sporită de integrare cu sarcinile curente ale întreprinderilor, ci şi posibilitatea de a deveni creatori de tehnică, cu o amplă capacitate de analiză şi sinteză inginerească.

Structurarea catedrelor Facultăţii de mecanică din Iaşi ca unităţi complexe de învăţămînt-cercetare-proiectare-producţie, pentru care „produsele" principale sînt inginerii de concepţie din domeniul construcţiilor de maşini şi creaţiile tehnico-ştiinţifice specifice, au permis studentului parcurgerea întregii game de activităţi inginereşti, de la execuţia în atelierele pilot ale facultăţii a unor produse originale brevetate de către cadrele didactice, personalul tehnic şi studenţii anilor superiori, la concepţia, proiectarea, construcţia, experimentarea şi omologarea prototipurilor. Convingerea, încă din primii ani de studii, că participă, fie şi numai ca executanţi, la nişte premiere mondiale, precum şi exemplele date de studenţii creatori din anii terminali, contribuie substanţial la instaurarea unei atmosfere favorabile creaţiei tehnice şi, ceea ce este deosebit de important, la uşurarea învingerii inerţiei şi a barierelor psihologice ale sintezei inginereşti. La aceasta a contribuit substanţial în ultimul timp şi organizarea la compartimentul de scule aşchietoare al Catedrei de maşini unelte şi scule de la Institutul Politehnic din Iaşi a unei microşcoli de inventică, în cadrul căreia, cadre didactice, studenţi şi personal tehnic îşi însuşesc tehnologia creaţiei tehnice, legislaţia invenţiilor, tehnica redactării descrierilor de invenţii, metodele şi tehnicile de creaţie, analiza şi sinteza inginerească. Rezultatele acestor acţiuni au fost promiţătoare, toate cadrele didactice ale compartimentului avînd la activ 5 pînă la 70 de invenţii fiecare, un număr de peste 200 studenţi devenind inventatori încă din timpul studiilor şi continuîndu-şi cu succes activitatea de creaţie în cadrul întreprinderilor. Printre inventatorii consacraţi atît pe băncile facultăţii, cît şi prin realizările lor ulterioare în întreprinderi şi institute, pot fi citaţi inginerii Ştefan Ungureanu de la I.M.A.M.U.S Iaşi, ing. Mihai Severincu şef de lucrări, autor a peste 25 invenţii, şi la rîndul său conducător de cerc de creaţie tehnică, Marian Casian de la Întreprinderea mecanică navală Constanţa, inginer Mircea Enache de la I.D.S.M.S.A. Focşani, astăzi asistent cu peste 25 invenţii la activ şi mulţi alţii.

Pentru sporirea avutului naţional de aur cenuşiu şi intensificarea pe această bază a accelerării progresului tehnic în construcţia de ma-

șini este necesară o pregătire specială a celor care vor practica proiectarea preponderent creativă.

Pornind de la faptul că sterilitatea în domeniul tehnic este determinată în primul rînd de două grupe de factori, factorii psihologici cum sînt gîndirea dominant convergentă-reproductivă, barierele și inerția psihologică și factorii gnoseologici, manifestați prin lipsa unei metodologii generale a proiectării creative și, în particular, a unor metode analitice deductive-logice bine puse la punct, de creație, este necesar un studiu prealabil psihologic-logic al creației tehnice.

Literatura din domeniul psihosociologiei creativității, începînd cu monumentala lucrare a lui Alex Osborn, creatorul brainstormingului, „Applied Imagination" apărută în 1957 s-a îmbogățit necontenit, atît pe plan mondial, cît și în R.S.R., unde în ultimii ani au apărut valoroase monografii originale cum sînt Creativitatea generală și specifică de Al. Roșca, Creativitatea individuală și de grup de Mihaela Roco și, în special, Un model epistemologic-psihologic al creativității tehnice de Ion Moraru, principala punte de legătură dintre teoria creativității și teoria și practica proiectării creative — obiectul lucrării de față.

Bazele sintezei creative în construcția de mașini urmează însă o cale dominant analitică-deductivă, reprezentînd materializarea unei experiențe proprii a autorului, atît în realizarea a peste 70 de invenții în domeniu, cît și în formarea în cadrul unei școli de inventică a mai multor serii de studenți inventatori.

În ultimii ani, această experiență a fost îmbogățită prin publicarea în editura Junimea Iași, și predarea timp de 3 ani, în loc de un curs obișnuit de proiectare, a unui curs de proiectare creativă „Sinteza sculelor așchietoare", precum și prin realizarea, publicarea și experimentarea cu studenții a unor noi metode analitico-morfologice-deductive de creație, în special a „Metodei obiectului generalizat al creației tehnice".

Creativitatea tehnică, așa cum arată Ion Moraru [3] poate fi studiată sub aspect psihologic pe două căi de bază : prin experiment de către psihologii de profesie și prin introspecție-dedublare de către înșiși creatorii de tehnică.

Prima metodă, fiind bazată pe observații și măsurători concrete pe teste, rezultatele poartă girul practicii, dar în același timp, experimentul de laborator, ca urmare a izolării de mediul natural și fracționării, produce modificări substanțiale ale procesului ca urmare a modificărilor din sfera gîndirii logice, afective și tehnologice, în timp ce experimentul natural este greu de realizat, ca urmare a greutăților de provocare și măsurare a procesului de creație. De asemenea, izolarea din sistem a unor anumite funcții psihice produce distorsionarea parametrilor măsurabili, iar rezultatele sînt limitate, ca urmare a caracterului subiectiv-unical al actului de creație ; rezultate mai generale nu se pot obține decît pe cale statistică.

Dimpotrivă, introspecția-dedublarea, permite abordarea globală-dialectică-sistemică-personală a procesului creativ ; permite explorarea zonelor profunde ale psihicului uman, singura modalitate de dezvăluire a mecanismelor complexe ale creației tehnice. Permite cunoașterea de sine — condiție esențială pentru educarea și autoeducarea creativității.

Dezavantajele metodei constau în faptul că, pe de o parte, dedublarea presupune o gîndire asupra gîndirii (gîndire de ordinul II) și, prin

forța lucrurilor, o diluare atît a procesului de creație cît și a autoobservației, distorsionînd rezultatele cercetării, iar că pe de altă parte, cealaltă modalitate, dedublarea decalată în timp, sau introspecția amînată, cu toate că nu afectează cu nimic intensitatea și structura procesului de creație, nu permite, de regulă, reconstituirea finală globală a acestuia.

Luînd în considerație avantajele și limitele celor două metode de bază în investigarea creativității tehnice, considerăm că pe calea lungă spre o inventică reală, științifică, practică, trebuie folosite ambele metode, inventatorul constituindu-se în obiect al cercetării psihologilor de profesie și, în același timp, în cercetător al propriului său proces creativ.

Se poate astfel distinge și o a III-a metodă de investigare, metoda combinată, practicabilă în cadrul grupelor de creație tehnică, de către conducătorul grupului, care combină experimentul natural (prezența sa nefiind de data aceasta inhibitorie pentru membrii grupului), cu introspecția. O astfel de metodă poate fi aplicată eficient în special la grupele de creație constituite cu studenții anilor superiori din învățămîntul tehnic, fiind experimentată la Catedra de mașini unelte și scule a politehnicii ieșene de către autorul prezentei lucrări. Evident că, în acest scop, proiectanții creatori trebuie să devină și profunzi psihologi.

Scopul final al cercetării psihologiei creației tehnice este însă elaborarea unor metode și tehnici de creație, în vederea combaterii principalelor obstacole și inerții psihologice.

Pentru proiectantul creator în domeniul construcțiilor de mașini, metodele și tehnicile psihologice de creație nu reprezintă însă decît un mijloc secundar în producerea unor soluții constructiv-funcționale-tehnologice-originale-superioare ; folosirea acestor metode însă, atît de către proiectantul individual, cît și în special în grupele de creație, reprezintă cel mai important antrenament al funcțiilor creativ-sintetice ale creierului.

Raportul dintre psihologia și logica proiectării creative

Admițînd că proiectarea creativă este caracterizată printr-un mod specific de analiză și sinteză a informațiilor asupra soluțiilor constructiv-funcționale-tehnologice existente [4] în vederea evidențierii lipsurilor generale ale stadiului tehnicii la zi, care să permită formularea temei de creație și, în al doilea rînd, printr-o etapă specifică — cea de creație, se constată, pe de o parte că :

— etapele de informare asupra soluțiilor existente, de sistematizare a informațiilor, de analiză inginerească a acestora, de evidențiere a lipsurilor generale ale tehnicii în domeniu și de formulare a temei de creație, etapele de analiză inginerească a noii soluții, de elaborare a proiectului prototipului experimental și industrial, de realizare-experimentare și omologare-optimizare, sînt dominate de logică, iar pe de altă parte că :

— etapa de creație reprezintă un domeniu atît al psihologiei cît și al logicii ; rezultă importanța studierii simultane atît a psihologiei cît și a logicii creației.

Faptul că de procesul de creație s-au ocupat, în cea mai mare măsură, psihologii, considerăm că se datorește următoarelor cauze principale:

— Actul de creație tehnică a constituit și mai constituie încă, în primul rînd un fenomen psihic complex; ori de descoperirea și studiul fenomenelor psihice, a activității psihice, se ocupă psihologia [5].

— Cunoscîndu-se fenomenele psihice pe care se bazează procesul de creație tehnică, cum sînt cele legate de gîndirea divergentă — specifică inventatorilor (asocierea, extrapolarea, generalizarea, combinarea) imaginația și capacitatea de vizualizare statică și dinamică etc., se pot elabora tehnici și metodici de creație și de antrenament specifice pentru creația tehnică.

— Principalele obstacole în fața proiectării creative fiind reprezentate de fenomene psihologice, cum sînt inerția și blocajul psihologic, era normal ca de aceasta să se ocupe psihologii, după cum la fel de normal este ca pentru combaterea unor obstacole cu caracter psihologic, să se elaboreze în primul rînd metodici și tehnici psihologice de creație cum sînt brainstormingul, sinectica, inversia, empatia etc.

— Factorii psihologici sînt implicați în mare măsură și în celelalte etape ale proiectării creative; în informare și sinteza informațiilor, pentru evitarea inerției și blocajelor psihologice, este necesară o anumită metodologie — expusă mai departe în lucrarea de față. Procesul de creație continuînd de multe ori și în etapele de realizare-experimentare-optimizare a noii soluții, psihologia poate și aici să-l dinamizeze substanțial pe proiectant.

— Admițîndu-se că și în tehnică, actul de creație presupune etapele de pregătire, incubație, iluminare și verificare (ceea ce nu se verifică decît parțial — în creația spontană) incubația și iluminarea localizîndu-se atît la nivelul conștientului, cît și la cel al subconștientului, studiile corespunzătoare trebuie efectuate de către psihologi, sau chiar de neurofiziologi.

— Analiza psihologică a creației tehnice facilitează elaborarea unei logici a acesteia; asocierea, extrapolarea, combinarea, generalizarea fiind, în același timp, fenomene logice și psihologice.

Cu toate acestea, psihologia creației nu poate oferi practic *o metodologie determinantă, care să conducă forțat spre creație;* metodele și tehnicile psihologice de creație pot grăbi, pot uneori provoca, pot favoriza creația tehnică, care își păstrează însă în felul acesta un caracter spontan și de multe ori se soldează cu eșecuri; în felul acesta actul de creație tehnică păstrează încă o importantă doză de arbitrar, cu care proiectanții de meserie nu se pot de regulă împăca. Așa după cum procesul de proiectare reproductivă poate fi scientizat și transpus în scheme logice — determinate, care să conducă forțat spre soluția optimizată — cunoscută în principiu, proiectanții așteaptă și pentru proiectarea creativă o metodologie logică-deductivă, pe care o pot elabora în colaborare logicienii, proiectanții creatori, tehnologii, matematicienii și economiștii.

Pe de altă parte, dacă invenția reprezintă, fie o sinteză combinatorie a unor elemente cunoscute într-un ansamblu necunoscut cu noi calități, fie asocierea unor elemente cunoscute dar încă neasociate, într-un nou ansamblu, fie extrapolarea sau generalizarea unor soluții,

toate aceste aplicații țin în primul rînd de logică și de analiza și sinteza combinatorie.

Primul rezultat notoriu în acest sens în istoria științei și tehnicii îl reprezintă matricea morfologică plană, reprezentată de sistemul periodic Mendelean, bază de plecare pentru metoda morfologică elaborată de Fred Zwicki de la California Institute of Technology și pentru Inventica bazată pe analiza combinatorie elaborată de către A. Kaufman, M. Frustier și A. Drevet [6]; elaborarea de către prof. I. Lăzărescu [7] a sculei așchietoare generalizate și contribuțiile prof. Șt. Enache și I. Popescu [8] privind generalizarea sculei, coroborată cu diagrama și matricea morfologică a ideilor au permis elaborarea de către autorul prezentei lucrări a unei noi metode logice-deductive „metoda obiectului generalizat" al creației tehnice [9] aplicată cu eficiență la Școala de inventică a politehnicii din Iași.

Se poate desprinde în final concluzia că logica este cea care poate *oferi o metodologie științifică deductivă pentru creația tehnică,* devenind în felul acesta practicabilă pentru orice proiectant, chiar dacă acesta este dominat de gîndirea convergentă — reproductivă, în timp ce psihologia asigură o abordare creativă, elaborarea de metode și tehnici de stimulare a ideilor, de antrenare a vizualizării și imaginației statice și dinamice, de combatere a inerției și blocajelor psihologice, reprezentînd *mijlocul principal de antrenare și favorizare a creației în proiectare.*

De aceea, în lucrarea de față, acordîndu-se toată importanța psihologiei creației, se va insista în special pe logica sintezei creative, pe metodele și tehnicile analitice-deductive, pe o metodologie globală și originală a proiectării creative.

De maximă importanță pentru dezvoltarea în masă a creației tehnice o reprezintă psihosociologia creației, în special sub aspectul factorilor motivaționali cum sînt, autorealizarea, recompensarea, riscul, orientarea spre eficiență și factorul caracterial-deontologic, pe larg studiate de Mihaela Roco [2] și de care ne vom ocupa mai puțin, întrucît lucrarea, cu caracter de manual de inventică, se adresează celor care creează, deci sînt deja angajați, sau celor care sînt hotărîți să pășească pe drumul sintezei creative.

Pe de altă parte, bazele proiectării creative sînt destinate inginerilor, iar inginerul este și trebuie să reprezinte prin definiție un creator de tehnică și nu numai un cunoscător și reproducător al acesteia; sinteza creativă făcînd parte integrantă din inginerie, nu este necesară o motivație specială pentru practicarea acesteia. Se va acorda în schimb toată atenția modului în care trebuie organizată și stimulată nu numai sinteza inginerească, ci și însușirea și folosirea acesteia, atît în creația individuală cît și în cea de grup.

Lucrarea conține capitole referitoare la factorii psihologici-gnoseologici în creația tehnică, la unitatea dintre gîndirea logică, afectivă și tehnologică a inventatorului, la creația tehnică — etapă fundamentală în proiectarea creativă, la informarea și sinteza informațiilor și formularea temei de creație, metode și tehnici morfologice și combinatorii, brainstormingul, sinectica, metoda deductivă a obiectului generalizat etc., la fazele de incubație, iluminare și de verificare în sinteza noilor soluții la tehnica elaborării descrierilor de invenții, la legislația introdu-

cerii tehnicii noi, la strategia și tactica implementării și valorificării industriale, încheiată cu analize de cazuri din domeniul mecanismelor, tehnologiei generării suprafețelor și sculelor așchietoare.

Lucrarea reprezintă o extindere a principiilor proiectării creative din domeniul sculelor, la cel mai general, al construcțiilor de mașini, reprezentînd o sinteză a experienței proprii [4], [9] cu a celei a psihologilor români [1], [2], [3], [5] și străini [6], [10] precum și cu a experienței americane și engleze în predarea proiectării creative în învățămîntul tehnic superior [11], [12], [13].

Lucrarea, reprezentînd o premieră în domeniu, nu poate fi scutită de unele inconsecvențe și lipsuri, dar autorul speră că doctorandul, inginerul, tehnicianul sau studentul care o vor studia atent, vor găsi noi resurse în ceea ce privește realizarea de noi construcții de mașini cu performanțe sporite, contribuind astfel la creșterea fondului național de aur cenușiu și la înfăptuirea sarcinilor mobilizatoare ale cincinalelor revoluției tehnico-științifice contemporane, ale eficienței și calității.

BIBLIOGRAFIE

1. ROȘCA AL. — *Creativitatea generală și specifică*. Ed. Acad. R.S.R., Buc., 1981.
2. ROCO MIHAELA — *Creativitatea individuală și de grup*. Ed. Acad. R.S.R., Buc., 1979.
3. MORARU ION — *Un model epistemologic-psihologic al creativității tehnice*. Ed. Șt. și Enciclop., Buc., 1980.
4. BELOUS V. — *Sinteza sculelor așchietoare*. Ed. Junimea, Iași, 1980.
5. CHIRCEV A., ROȘCA AL., MARE V., ROȘCA M., RADU I., ZORGO B. — *Psihologie generală*. Ed. Did. și Ped. Buc., 1976.
6. KAUFMAN A., FUSTIER M., DREVET A. — *L'Inventique*. Paris Entreprise moderne d'Education, 1970.
7. LAZĂRESCU I. — *Abstractizarea sculei așchietoare*. Rez. teză doctorat, I. P. București, 1968.
8. ENACHE ȘT., POPESCU I. — *Contribuții privind generalizarea sculei așchietoare*. Construcția de mașini nr. 1/1975.
9. BELOUS V., SEVERINCU M. — *Asupra unor metode analitice de creație tehnică*. Lucrările Sesiunii științifice „Creația tehnică și fiabilitatea în construcția de mașini", Vol. „Mașini unelte, scule și dispozitive", Rotaprint I. P. Iași, 1980.
10. OSBORN ALEX. — *L'Imagination constructive*. Dunod Paris, 1971.
11. HILL H. PERCY — *The Science of Engineering Design*. Holt Rinehart, and Winston Inc. New York 1970, trad. în limba rusă 1973, Ed. Mir.
12. DIKSON R. JOHN — *Design Engineering*. Inventiveness, Analysis and Decision Making Mc. Graw-Hill Book Co 1966, trad. în limba rusă Mir — Moskva, 1969.
13. CRUM L. W. — *Ingineria valorii*. Ed. Tehnică, București, 1976.
14. VERONE PIERRE — *Inventica*. Editura Albatros, 1983.
15. BELOUS VITALIE — *Inventica — Bazele creației tehnice și ale protecției industriale*, Vol. I, Rotaprint, I. Politehnic Iași, 1984.
16. * * * — *Bazele protecției creației tehnice originale*. Rotaprint, I.I.S. Sibiu, 1985.

CAPITOLUL II

BAZELE PSIHO-GNOSEOLOGICE ALE INVENTICII

2.1. Scoarța cerebrală — sediul gîndirii umane

Cortexul, scoarța cerebrală, denumită de I. P. Pavlov „produsul suprem al naturii terestre" [1], reprezintă un strat subțire de 1—3 mm de substanță cenușie, de structură foarte fină și complexă, avînd un volum total de cca. 240 cm^3 și o suprafață de cca. 2 500 cm^2, conținînd circa 16,5 miliarde de neuroni, 100—130 miliarde de elemente nevroglice, bogat irigată de o rețea de capilare cu o lungime totală de cca. 1 200 km.

Neuronii din structura cortexului sînt repartizați în cele 6 straturi specifice și sînt foarte variați ca formă, mărime și funcție, dar prezentînd și trăsături comune ca : bipolaritatea, orientarea perpendiculară pe suprafața scoarței cenușii, o amplă ramificație a expansiunilor dendritice, un număr mare al spinilor dendridici și al contactelor sinaptice (pînă la 100 000 contacte sinaptice cu alți neuroni).

Contactele sinaptice se realizează prin spinii dendridici ca receptori, în contact cu prelungirile terminale ale altor neuroni, ca emițători.

Din datele prezentate, rezultă enormele posibilități ale creierului uman de a recepționa, prelucra, stoca, combina și elabora date : de subliniat în special capacitatea uriașă a scoarței cerebrale de a lucra „în paralel" prin cei 16,5 miliarde de neuroni, performanță care nu va putea fi niciodată egalată de vreo mașină electronică de calcul, caracterizată prin lucrul „în serie" din aproape în aproape, domeniu însă în care poate, evident, depăși performanțele umane.

Pentru psihologia creației, joacă un rol deosebit de important problema localizării funcțiilor psihice în creier, distingîndu-se două orientări extreme :

— *localizaționismul îngust*, care pleacă de la premisa că toate funcțiile psihice, indiferent de complexitatea acestora (gîndirea, memoria, voința, caracterul etc.) își au sedii bine precizate în creier ;

— *echipotențialismul*, în conformitate cu care procesele psihice, nefiind materiale, nu-și pot avea sedii precizate.

În realitate [1], creierul nu reprezintă nici un ansamblu de „organe" sau „centri" în care și-ar avea sediul diverse „capacități" sau procese psihice independente, dar nici o masă omogenă, care să participe nediferențiat la producerea fenomenelor psihice, ci un complex dinamic, un ansamblu de formații nervoase, caracterizat printr-o mare plasticitate, care participă împreună, dar în diferite corelații, la realizarea variatelor funcții psihice.

Este adevărat că dintre toate etajele creierului cel mai mult s-a dezvoltat cortexul, în care se cumulează funcţiile psihice superioare de dobîndire, prelucrare şi stocare a informaţiei, de combinare şi creaţie, precum şi funcţia de elaborare a unor noi programe ale conduitei şi de reglare şi control a activităţii conştiente, în timp ce etajele inferioare participă activ la reglarea stării interne a organismului.

După A. R. Luria [1] [2], se pot distinge 3 blocuri funcţionale fundamentale ale creierului, a căror participare este necesară în realizarea oricărei activităţi psihice : (fig. 2.1.).

— I, blocul reglării tonusului şi a vigilităţii ;

— II, blocul recepţiei, prelucrării şi stocării informaţiei ;

— III, blocul programării, reglării şi controlului formelor complexe ale activităţii psihice.

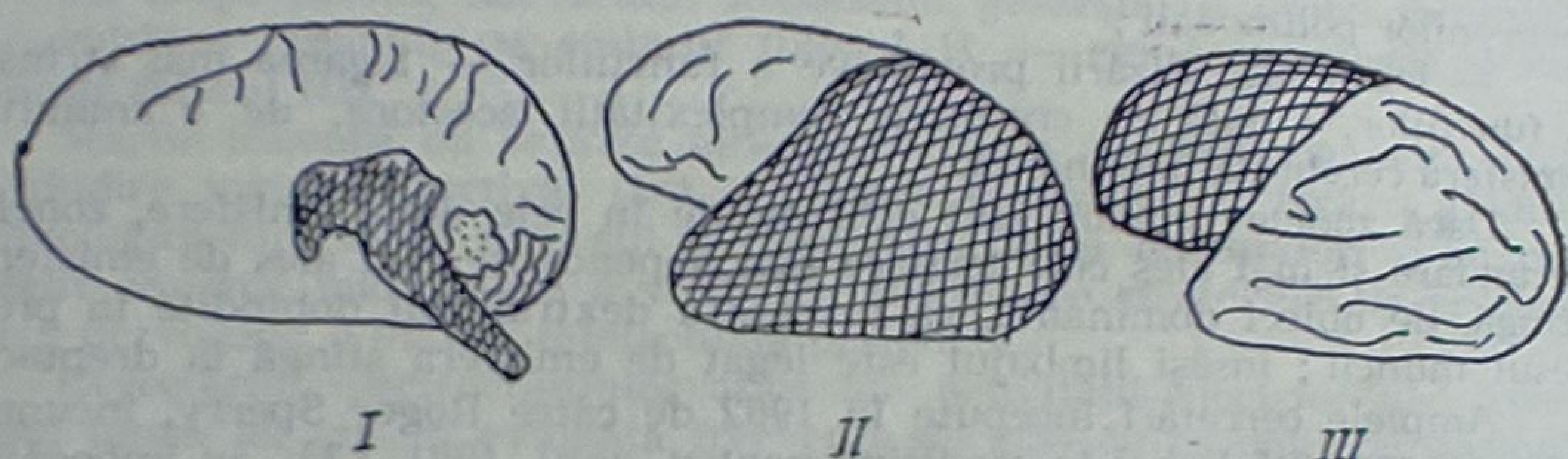


Fig. 2.1.

Pentru a percepe şi prelucra informaţia, pentru a evoca selectiv în memorie sistemele de legături necesare, pentru a programa şi controla desfăşurarea proceselor psihice, corectînd erorile şi menţinînd direcţia activităţii sale, creierul trebuie să se afle într-o stare optimă de vigilitate, stare asigurată de blocul I, reprezentat de o formaţie reticulară, situată în etajele tronculare ale creierului.

Acest prim bloc al creierului posedă trei surse de activare a scoarţei, acţiunea fiecărei surse fiind mijlocită de formaţia reticulară, prin anumite porţiuni specializate ale acesteia :

— procesele metabolice şi conduita instinctivă ;

— reflexul de orientare, care constituie fundamentul activităţii cognitive, iar la creatorii de tehnică antrenaţi şi un fundament pentru activitatea combinatorică-inventivă ;

— activitatea verbală, manifestată atît prin limbajul extern, iar la inventatori, în special prin forma superioară — limbajul interior, pe baza căruia se formulează, deliberat, scopuri, planuri de perspectivă, care condiţionează în cea mai mare măsură starea de vigilenţă şi mobilizarea scoarţei cerebrale ; această sursă reprezintă o maximă importanţă pentru procesul de inventare, constituind componenta afectivă — angajantă a gîndirii tehnice.

Cel de al doilea bloc, *blocul de recepţie-prelucrare şi stocare a informaţiei,* cuprinde sectoarele lateral-posterioare ale cortexului, situate în regiunile occipitală (vizuală), temporală (auditivă) şi parietală (general senzitivă) precum şi structurile subcorticale corespunzătoare, la care

505.265
BIBLIOTECA JUDEŢEANĂ „GH ASACHI" IAŞI

se adaugă segmentele centrale ale sensibilității vestibulare, gustative, olfactive etc.

În acest bloc sosesc impulsurile, se realizează analiza și sinteza informațiilor, în unități ample, în structuri funcționale, dinamice și tot aici se realizează trecerea de la nivelul sintezei intuitive-directe, la nivelul proceselor simbolice, pentru a opera cu semnificația cuvintelor, cu structuri gramaticale și logice complexe, cu sisteme, numere și raporturi abstracte [1] [2].

Organizarea blocului de recepție, prelucrare și stocare a informației este supusă următoarelor legi de bază :

— legea ierarhizării zonelor corticale, cele superioare dirijînd activitatea celor inferioare ;

— legea diminuării specificității elementelor componente ale diferitelor zone, de la cele primare spre cele terțiare crescînd ponderea neuronilor polimodali ;

— legea lateralizării progresive a funcțiilor — legarea mai strînsă a funcțiilor, o dată cu creșterea complexității acestora, de o anumită emisferă cerebrală dominantă.

Dacă zonele primare sînt echivalente în cele două emisfere, zonele secundare și mai ales cele terțiare sînt dependente mai ales de emisfera stîngă, de obicei dominantă, ca urmare a dextralității dobîndite în procesul muncii ; însăși limbajul este legat de emisfera stîngă la dreptaci.

Amplele cercetări începute în 1962 de către Roger Sperry, încununate cu premiul Nobel în medicină pentru anul 1981 [3], au îmbogățit această lege generală demonstrînd, experimental, specializarea psihofuncțională a celor două emisfere, emisfera dreaptă fiind sediul proceselor psihice primare iar cea stîngă a proceselor secundare. Emisfera stîngă este sediul gîndirii convergente-logic-deductive-cognitiv-reproductive a limbajului, în timp ce emisfera dreaptă este sediul gîndirii divergente, combinative-imaginative-creative și a gîndirii non-verbal intuitive.

Cel de al treilea bloc — *blocul de programare-reglare și control al activității* asigură o latură fundamentală a activității psihice umane — cea de organizare și dirijare a activității psihice conștiente.

Acest bloc este situat în sectoarele anterioare ale emisferelor cerebrale, în fața scizurii centrale.

Rolul principal în formularea scopurilor, în alcătuirea planurilor și programelor, precum și în controlul celor mai complexe forme de conduită revine zonelor terțiare — prefrontale ale creierului.

Avînd aceleași principii de organizare ca și blocul II — structură ierarhică, specificitate descrescîndă și lateralizare progresivă, blocul III se caracterizează printr-un sens descendent al proceselor ; de la zonele complexe terțiare și secundare, în care se elaborează planurile și programele motrice, impulsurile trec la aparatele zonei motrice primare, spre nucleii motori inferiori.

Sectoarele prefrontale joacă rolul principal în programarea și controlul acțiunilor omului și mai ales a formelor conștiente ale activității, care se realizează cu participarea limbajului [1], [2].

Toate cele trei blocuri ale creierului nu funcționează izolat ci intercondiționat — într-o strînsă unitate.

Trebuie subliniat că analizatorul în ansamblu nu poate lucra la capacitatea sa plenară *fără să învețe în prealabil să funcționeze*. Pe lîngă programele ereditare, după care funcționează receptorii și etajele inferioare ale sistemului nervos central, creierul uman are nevoie și de un *program dobîndit de lucru*.

Cu cît etajul nervos ocupă un loc mai înalt organizat, cu atît crește ponderea programului dobîndit, constituit în cursul experienței, în relațiile reciproce dintre organism și mediu.

Cu atît mai mult, gîndirea inventivă reprezintă rezultatul prin excelență a unor deprinderi dobîndite de a sintetiza din elemente cunoscute — noi ansambluri cu funcții superioare, de a face bisocieri, extrapolări, generalizări, experiență dobîndită nu numai prin activități pur intelectuale, ci în special prin acțiunea directă-tehnologică, de realizare-experimentare-optimizare a obiectului muncii.

Pe drept cuvînt, adevăratul inventator gîndește cu inima (blocul I — emisfera dreaptă) cu creierul (blocul II — emisfera stîngă) și cu mîinile (blocul III).

Marile invenții nu se nasc fără participarea afectivă-angajantă, fără o gîndire logică-deductivă, fără o gîndire combinativă, fără o gîndire tehnologică-directă în procesul de realizare. Marii inventatori și-au petrecut cea mai mare parte a vieții în laboratoare și ateliere de prototipuri, dezvoltînd o muncă intelectuală pasionată.

Cercetările electroencefalografice ale activității electrice ale creierului uman au pus în evidență frecvențe de 0,5—50 oscilații pe secundă și de amplitudine de 5—30 μV, distingîndu-se următoarele ritmuri principale specifice [1] :

δ — (0,5—4) Hz, (50—300) μV, care apare în somn și în lezarea segmentelor profunde ale creierului ;

α — (8—13) Hz, (30—100) μV, care apare în stare calmă, de veghe în repaus, cu ochii închiși și dispare la lumină, la o stimulare bruscă, în activitatea intelectuală ;

β — (15—30) Hz, (10—30) μV, care apare în activitatea cerebrală evocată ;

γ — (30—50) Hz, (10—15) μV, care apare în stare activă ;

τ — (13—16) Hz, (35—50) μV, care apare în timpul somnului superficial.

Acest tablou general este însă contrazis de rezultatele obținute în ultimul timp la indivizii creativi, la care, paradoxal, undele α în loc să dispară în timpul activității, dimpotrivă, apar drept caracteristice ale activității creative.

Explicația constă în faptul că activitatea creativă solicită, simultan, coparticiparea proceselor psihice primare, de ordin afectiv-combinativ cu cele secundare de ordin logic-deductiv, a gîndirii divergente cu cea convergentă.

Devine astfel posibilă relevarea momentelor în care subiectul se află într-o adevărată activitate de creație, precum și a solicitărilor creierului uman în procesul de instruire.

Primele testări în domeniul studențesc, atît în timpul orelor de curs, cît și a celor de aplicații, efectuate în U.R.S.S., au și condus la o concluzie de maximă importanță practică pentru perfecționarea viitoare a procesului de învățămînt superior : *emisfera stîngă, sediul principal al*

gîndirii convergente-reproductive, al proceselor logice, este permanent solicitată și pusă la lucru, în timp ce emisfera dreaptă, sediul gîndirii divergente, asociativ, combinativ, afectiv, creatoare, „lenevește".

Întrucît lucrurile nu se prezintă altfel în învățămîntul mediu și elementar, rezultă că, în general, actualul proces de învățămînt se adresează aproape în exclusivitate emisferei stîngi, dezvoltînd-o, în timp ce emisfera dreaptă nu este aproape deloc antrenată.

Cum funcțiile superioare ale cortexului sînt în cea mai mare măsură dobîndite, este ușor de prevăzut și de explicat consecințele unui astfel de învățămînt. Cultivîndu-se gîndirea convergentă și neglijîndu-se cea divergentă, specialistul — produs al unui astfel de învățămînt, devine forțat un bun cunoscător, eventual un bun reproducător, dar foarte rar un bun creator în domeniul pentru care este pregătit.

Dar în activitatea creatoare, pe lîngă procesele conștientizate, sînt implicate și dețin un rol important, în special în fazele de incubație și iluminare, numeroasele procese neconștientizate, deosebit de complexe.

Chiar în condițiile obișnuite de activitate ale omului, cantitatea de informații recepționată într-o secundă se ridică la sute de mii de biți (binary digit) dar nici a mia parte din acestea nu se conștientizează [1] [4], creierul anteselectînd informațiile esențiale, scutind conștientul de eforturi suplimentare mintale, criteriul fundamental al conștientizării reprezentîndu-l practica relațiilor om — mediu, munca.

Aducerea în sfera conștientului sau împingerea în sfera inconștientului reprezintă un act automat — reflex, determinat de practica umană, iar pentru domeniul specific al creației tehnice presupune un antrenament special.

2.2. Structura Guilford a intelectului

2.2.1. Gîndirea convergentă și gîndirea divergentă

Cu toate că gîndirea trebuie înțeleasă ca un proces unitar, sau complex unitar de procese [5], există faze în care predomină gîndirea cognitiv-reproductivă, gîndirea convergentă și, respectiv, gîndirea combinativ-creativă, gîndirea divergentă.

Gîndirea convergentă presupune concentrarea spre elaborarea unui răspuns unic, singurul existent și la care se ajunge prin eliminarea treptată a celorlalte răspunsuri posibile, înaintînd printr-un culoar tot mai îngustat de restricții. Gîndirea convergentă generează o informație nouă din informații date și, ca urmare a numeroaselor restricții, prin evaluări continue, problema este riguros structurată, iar răspunsul — output-ul este unic, determinat riguros și fără greș.

Dominată de inferența logică, bazată pe un sistem închegat de cunoștințe în domeniu, gîndirea convergentă, confundată de cele mai multe ori cu însăși inteligența umană, folosind elemente și legi cunoscute, nu poate să conducă decît la rezultate unice, dar tot cunoscute, lipsite de originalitate.

Guilfort scoate în evidență faptul că cel mai important grup de factori creativi este sintetizat în gîndirea divergentă, caracterizată prin fluență, flexibilitate și originalitate.

Gîndirea divergentă asigură producerea dintr-un grup de informații date nu a unui răspuns unic ci a mai multor soluții (outputuri) iar restricțiile fiind puține și evaluările de multe ori amînate este posibilă apariția unor răspunsuri originale, dar nu totdeauna viabile și sigure.

Din păcate, întregul sistem de învățămînt, solicitînd din partea elevului sau a studentului răspunsuri unice, cultivă practic în exclusivitate gîndirea convergentă, solicitînd dominant emisfera stîngă a creierului, care devine deosebit de antrenată și aptă de a răspunde la solicitări, în timp ce gîndirea divergentă, localizată în emisfera dreaptă, este rar solicitată, capacitățile creatoare fiind ca atare puțin dezvoltate.

Testele asupra capacității de gîndire convergentă, denumite impropriu teste de inteligență, precum și cele asupra capacității de gîndire divergentă, denumite de asemenea impropriu — teste de creativitate, efectuate de către Getzels și Jackson în S.U.A. [6] [7] au demonstrat că cei mai capabili elevi sub aspectul gîndirii convergente — comprehensiv reproductive nu se corelează cu cei mai apți pentru gîndirea divergentă — combinativ-creativă, dar că rezultatele la învățătură sînt comparabile, cu toate că elevii convergenți, fiind mai comozi pentru magiștri, sînt mai bine apreciați.

2.2.2. Creativitatea — latură a inteligenței

Psihologii, supuși la rîndul lor mulți ani inerției psihologice, în conformitate cu care capacitatea de gîndire convergentă era taxată drept inteligență, testele de inteligență rezumîndu-se la teste de gîndire convergentă, au alăturat în studiile lor două categorii psihologice de grade diferite de generalitate, întregul cu partea, inteligența cu creativitatea.

M. Bejat, analizînd studiile psihologice asupra inteligenței și creativității [6], distinge patru categorii importante :

1. Studii în care creativitatea este concepută ca un factor independent de „inteligență", corelațiile dintre testele de gîndire convergentă și divergentă fiind nesemnificative ;

2. Studii în care „inteligența" și creativitatea ar fi două aspecte complementare ale aceleiași structuri, creativitatea corelînd cu „inteligența" sau ar fi dependentă de aceasta ;

3. Studii în care creativitatea este considerată independentă de „inteligență" numai dincolo de un prag dat de o cifră de inteligență (gîndire convergentă) de 120 ;

4. Studii în care se pune accentul pe corelațiile dintre creativitate și „inteligența" tradițională.

În domeniul creației tehnice este mult mai greu de stabilit ponderea aportului gîndirii convergente și a celei divergente în elaborarea noilor soluții. Nu este general valabilă nici concluzia că gîndirea convergentă este numai cognitiv-reproductivă în timp ce cea divergentă este exclusiv combinativ-creativă.

Elaborarea în ultimii ani a metodelor morfologice de creație de către F. Zwicki și A. Moles [8] [9], a bazelor combinatorice ale inventicii, de către A. Kaufman, M. Fustier și A. Drevet [10] precum și a metodei ieșene a obiectului generalizat al creației tehnice [11] transferă în cea mai mare măsură creația din sfera gîndirii divergente în cea

a logicului — a gîndirii convergente. Dar după cum va rezulta din capitolele următoare, nu orice invenţie poate să reprezinte rezultatul exclusiv al gîndirii convergente; gîndirea divergentă-asociativă-combinativă, condiţionată în mare măsură de procesele de la nivelul inconştientului, pe intuiţie, pe inspiraţie, îşi aduce un aport cu totul remarcabil în creaţia tehnică.

Aşa cum rezultă din studiile psihologilor, creaţia este un proces complex în cadrul căruia, după clasificarea lui M. Bejat [6], intră următorii factori:

I. Factorii psihici, cuprinzînd factorii intelectuali (aptitudinali, atitudinali şi cognitivi) şi pe cei non-intelectuali ai personalităţii (motivaţionali, angajanţi, de interese etc.).

II. Factori sociali (culturali, educativi şi de mediu socio-economic).

III. Factorii biologici.

Paula Constantinescu-Stoleru, în cadrul unui amplu studiu, [2] descoperă 17 factori ai personalităţii creative, dintre care primii cinci, în ordinea importanţei, fac parte dominant din „gîndirea emoţională" (gîndirea cu inima):

1. Activism-constructiv, generator de idei, imagini expresive, valori, sau soluţii noi.

2. Aviditate cognitivă-dinamică; tendinţa de explorare a noului, de angajare în demersuri cognitive care presupune elaborarea şi obiectivarea creatoare.

3. Capacitate de integrare valorică, eficace în muncă.

4. Tendinţă pozitivă pentru independenţă şi angajare liberă, autonomie în activitatea constructivă inovatoare.

5. Nivel general superior de aspiraţie — cu activizare şi angajare prospectiv-valorică, pentru performanţe superioare, prin autoperfecţionare.

Plecînd de la analiza conceptului de inteligenţă, autoarea relevă faptul că „în structura inteligenţei umane sînt definitorii atributele ei constructive, acţionale, transformatoare, ce presupun subdiacent virtuţi creatoare".

Formulează punctul de vedere personal privind inteligenţa constructivă, definind-o ca nivel diferenţial prin care se exprimă virtuţile adaptive şi transformative ale intelectului, constructivismul eficace, valoric uman. De acord cu diferenţa stabilită între inteligenţa receptivă, analitică, inventivă sau creativă (Al. Roşca, B. Zörgo, R. Meili) concepe anumite atribute distinctive pentru inteligenţa constructivă, integrabile în modelele sale diagnostice, *conceptul de inteligenţă subsumînd aspectul larg al unor disponibilităţi ce permit utilizarea constructivă a experienţei în situaţii noi* (prin adaptabilitate, transformabilitate şi constructivism) prin oportunitate, eleganţă intelectuală, mobilitate, flexibilitate şi productivitate în elaborarea intelectuală.

Inteligenţa constructivă cumulează notele intelectului creativ; ea presupune nu numai comprehensiunea şi asimilarea unor sensuri şi relaţii esenţiale, nu numai evaluarea lor prin raportarea la un sistem de valori cognitive ale subiectului, ci şi la elaborarea unor noi sisteme şi valori cognitive. Ea cuprinde nu numai potenţialul de absorbţie cognitivă, de evaluare şi filtraj intelectual (selecţie, abstragere, esenţiali-

zare) ci şi cele privind generarea constructivă, elaborarea noului cognitiv ; inteligenţa cumulativă şi absorbantă, de „ecou" sau replicativă se împlineşte prin cea constructivă sau productivă — ce se va realiza valoric în idei şi soluţii noi. Concluzia finală pe care o putem extrage pentru psihognoseologia creaţiei este că, în general, *creativitatea şi inteligenţa constructivă este o parte integrantă a inteligenţei umane, reprezentînd o latură a acesteia.*

2.2.3. Matricea morfolgică Guilford a intelectului uman

Structura complexă a intelectului l-a determinat pe cunoscutul psiholog american J. P. Guilford [13], apelînd la un model logic şi folosind analiza factorială, să elaboreze matricea spaţială a intelectului.

Clasificînd conţinutul intelectului după trei criterii principale — *operaţie, produs* şi *conţinut*, obţine următoarele trei ansamble formative : (fig. 2.2.) :

I. *După operaţie,*

1. cunoaşterea (descoperirea, recunoaşterea, sau înţelegerea informaţiei),
2. memoria (reţinerea, stocarea şi apelul),
3. producţie divergentă (generarea unor variante de informaţii, pornind de la o informaţie cunoscută),
4. producţia convergentă (generarea unor informaţii unice, logice, pornind de la informaţii date),
5. evaluarea (stabilirea faptului dacă o informaţie rezultată este sau nu bună) ;

II. *După produs,*

1. unităţi (părţi ale informaţiei relativ circumscrise),
2. clase (ansamble de unităţi cu proprietăţi comune),
3. relaţii (legături între unităţi),
4. sisteme (structuri organizate),
5. transformări (schimbări, redefiniri, modificări, tranziţii),
6. implicaţii (extrapolări, conectări circumstanţiale etc.) ;

III. *După conţinut,*

1. figural (concret sau amintit ca imagine percepută),
2. simbolic (compus din semne),
3. semantic (semnificativ-verbal),
4. comportamental.

Considerăm că din primul ansamblu formator ar trebui eliminat elementul evaluare, care reprezintă o parte a producţiei convergente, alăturarea în cadrul aceleiaşi clasificări a două categorii psihologice de generalitate net diferenţiată, nefiind corectă din punct de vedere metodic.

Cu toate acestea, modelul Guilford reprezintă un important pas

Fig. 2.2.

înainte în studiul intelectului uman, sub aspectul atributelor creative ale acestuia.

Fiecare dintre cele 5×6×4=120 combinații nerepetabile din cele trei ansamble formatoare (fiecare cubușor din paralelipipedul general al intelectului uman) reprezintă o anumită aptitudine intelectuală. Dintre aceste aptitudini dominante, Guilford a identificat, pînă la data apariției lucrării sale, 82.

Admiţind că gîndirea creatoare în ansamblu este în primul rînd gîndire divergentă, aptitudinile intelectuale-creatoare, reprezentate de cîte un cubuşor (triasamblare) vor conţine obligator în structură litera D (gîndire-producţie-divergentă) ; în acest sens, cubuşorul D, T (transformări), F (figural) reprezintă aptitudinea intelectuală denumită *flexibilitate adaptivă a gîndirii* [5].

Pe această bază, din matricea spaţială a intelectului se poate separa matricea plană, care cuprinde toate cubuşoarele (aptitudinile intelectuale creative) (fig. 2.3.).

CONTINUT / PRODUS	FIGURAL F	SIMBOLIC Sb	SEMANTIC Sm	COMPORTAMENTAL Cp
UNITĂTI U	DUF 2	DUSb M	DUSm M	DUCp 0
CLASE Cl	DClF 1	DClSb C	DClSm M	DClCp 0
RELAŢII R	DRF 0	DRSb C	DRSm C	DRCp 0
SISTEME S	DSF 2	DSSb C	DSSm C	DSCp 0
TRANSFORMARI T	DTF C	DTSb 0	DTSm M	DTCp 0
IMPLICAŢII I	DIF C	DISb 2	DISm C	DICp 0

Fig. 2.3.

În matrice se precizează printr-o literă sau cifră numărul analizelor cunoscute (nici una — 0, una — 1, două — 2, cîteva — C, sau multe — M) la data apariţiei lucrării elaborate de Al. Roşca [5].

Guilford arată că *„în mod arbitrar, gîndirea creativă este definită ca gîndire divergentă, dar ar fi greşit să se spună că toate componentele gîndirii productive se reduc la gîndire divergentă“*.

Adevăratele creaţii, cel puţin în tehnică, nu pot rezulta în exclusivitate din gîndire divergentă, fără contribuţia substanţială a gîndirii convergente, logic-deductive, bază a evaluării noilor soluţii, bază a comparării soluţiilor, bază pentru decizii.

De altfel, așa cum arată Al. Roșca [5] marea majoritate a psihologilor sînt de acord „că pentru realizarea unor performanțe creative superioare este necesar un nivel minim de inteligență (capacitate de gîndire convergentă), care variază de la un domeniu la altul de activitate, dar că peste acest minim, un coeficient sporit de inteligență (capacitate de gîndire convergentă) nu garantează o creștere corespunzătoare a creativității".

În acest sens, cifra minimă convențională de inteligență CI (capacitate de gîndire convergentă) este mult mai ridicată pentru creația științifică și tehnică (CI=115) decît pentru creația artistică (CI=95—100).

M. Bejat, studiind creativitatea științifică [14], deduce că subiecții cu inteligență sub medie, de obicei nu sînt creativi, în timp ce subiecții cu inteligență medie și superioară pot, sau nu să fie creativi, distingîndu-se ca atare două tipuri de inteligențe *sterilă* și *creativă*.

Dacă ne referim la domeniul ingineriei, atunci ar trebui introdusă și o categorie intermediară, distingîndu-se în acest caz trei tipuri de inteligență : *sterilă*, *aplicativ-reproductivă* și *creativă*.

Este evident că un inginer nu-și poate exercita meseria înarmat numai cu o inteligență sterilă, acumulînd ușor cunoștințe inginerești, dar nefiind în stare să le transpună în practică, cel puțin la nivel de reproducere. Structurarea învățămîntului ingineresc ca un învățămînt prin excelență aplicativ face ca asemenea cazuri să apară foarte rar ; dar chiar unul dintre colegii mei de promoție — ingineri mecanici, cu foarte bune aptitudini matematice și fizice, cu bune rezultate generale la învățătură, neposedînd o capacitate suficientă de a le transpune în viață, n-a profesat nici o dată ingineria mecanică, fiind astăzi însă un cunoscut profesor de matematici din învățămîntul liceal.

Studiind independent factorii creativității în știință și în artă, Guilford și Lowenfeld [6] au constatat că în ambele domenii factorii de bază sînt *sensibilitatea* (față de probleme, de nevoi, de sentimentele altora), *fluența* (fluiditatea sau asociativitatea gîndirii), *flexibilitatea* (capacitatea de a se adapta rapid la situații noi, de a reacționa adecvat la schimbări), *originalitatea*, *aptitudinea* de a *redefini*, de a restructura, de a descoperi noi valențe și întrebuințări, *capacitatea analitică* și aptitudinea de abstractizare, *aptitudinea de a sintetiza*, de a combina mai multe componente pentru a le da funcții noi și *organizare coerentă*.

Dar majoritatea specialiștilor în psihologia creației sînt de acord că principala componentă cognitivă a creativității este flexibilitatea gîndirii.

2.2.4. Flexibilitatea gîndirii

Așa cum arată Al. Roșca [5], flexibilitatea gîndirii, prin care se înțelege restructurarea promptă și adecvată a informației, a sistemului de cunoștințe, în conformitate cu cerințele noii situații, modificarea modului de abordare atunci cînd cel anterior nu se dovedește eficient, are la antipod rigiditatea gîndirii, inerția și barierele psihologice, modul stereotip de a aborda problemele, imposibilitatea schimbării unghiului și modalităților de abordare și rezolvare a problemei.

Tehnicile de bază în creație, cum sînt transferul, extrapolarea, generalizarea, inversia, bisocierea etc. sînt tipice pentru gîndirea flexibilă creatoare.

În inginerie, flexibilitatea trebuie antrenată, iar în învățămîntul tehnic superior flexibilitatea gîndirii viitorului inginer poate fi asigurată, aparent paradoxal, printr-un efort continuu de gîndire convergentă, în vederea însușirii cunoștințelor fundamentale de matematici, fizică, mecanică, rezistența materialelor, cunoscut fiind faptul că pregătirea fundamentală favorizează mințile creative în timp ce pregătirea de specialitate, funcție de modul în care se realizează, poate influența favorabil sau nefavorabil capacitatea creativă a inginerului, aspecte asupra cărora se va insista în capitolele următoare.

Flexibilitatea gîndirii presupune folosirea alternativă a analizei și sintezei, a concasării și restructurării, a metodelor inductive și deductive, condiții ale unei eficiențe maxime a procesului creativ.

Flexibilitatea, după părerea autorului, este, de asemenea, în mare măsură, capacitatea minții umane de a folosi alternativ, într-o înlănțuire dialectică a proceselor convergente comprehensiv-reproductive și a celor divergente, asociativ-combinativ-creative.

Creația tehnică nu poate fi rezultatul exclusiv al gîndirii divergente, întrucît cele trei atribute de bază ale unei invenții, noutatea absolută, aplicativitatea-tehnicitatea și superioritatea nu pot fi stabilite decît pe calea unei producții convergente-evaluative.

Evaluarea poate fi amînată, sau temporar suspendată, dar nu definitiv eliminată. Chiar și în cazul folosirii unor metode psiho-intuitive de tipul brainstormingului, sau a sinecticii, gîndirea divergentă, fără restricții, reprezintă numai o fază a procesului de creație.

2.2.5. Structurile euristice fundamentale [15]

În general, prin structură se înțelege un ansamblu de părți în relație, care formează un tot unitar, avînd o calitate nouă, rezultată din integrarea și subordonarea părților în ansamblu și o funcționalitate proprie.

Elementele din structură sînt subordonate legilor de compoziție care caracterizează sistemul luat în ansamblu, proprietățile generale ale ansamblului diferind de suma proprietăților elementelor componente.

Prin structură euristică se înțelege o grupare de părți funcționale, în relație, care îndeplinește o funcție calitativ distinctă în producerea noului.

Ion Moraru, într-un amplu studiu pentru elaborarea unui model epistemologic-psihologic al creativității tehnice (15), denumește structurile psihice fundamentale care conlucrează la realizarea creativității, a invențiilor și descoperirilor „eureme" (de la Heuriskein — a afla).

Toate structurile euristice conjugate vor forma psihicul ca sistem creativ integral.

Se consideră că la realizarea creativității și creației conlucrează în tehnică următoarele 6 eureme de bază :

1. eurema de acumulare și comprehensiune a informației, realizată în primul rînd prin gîndirea convergentă, memorie, limbaj etc.

2. eurema asociativ-combinatorie, realizată de gîndirea divergentă, imaginație, intuiție, memorie, conștient și inconștient etc.

3. eurema energetică-stimulatorie, sinteză a pasiunii, sentimentelor, motivației, interesului, voinței, curajului, angajării, ambiției etc.

4. eurema critică evaluativă, realizată de gîndirea analitică, logică-deductivă.

5. eurema ideativ-perceptivă.

6. eurema de obiectualizare a imaginii.

Formulînd cele 6 eureme ale creației tehnice, Ion Moraru le sintetizează în așa-numitul „patrat al euremelor" (fig. 2.4.).

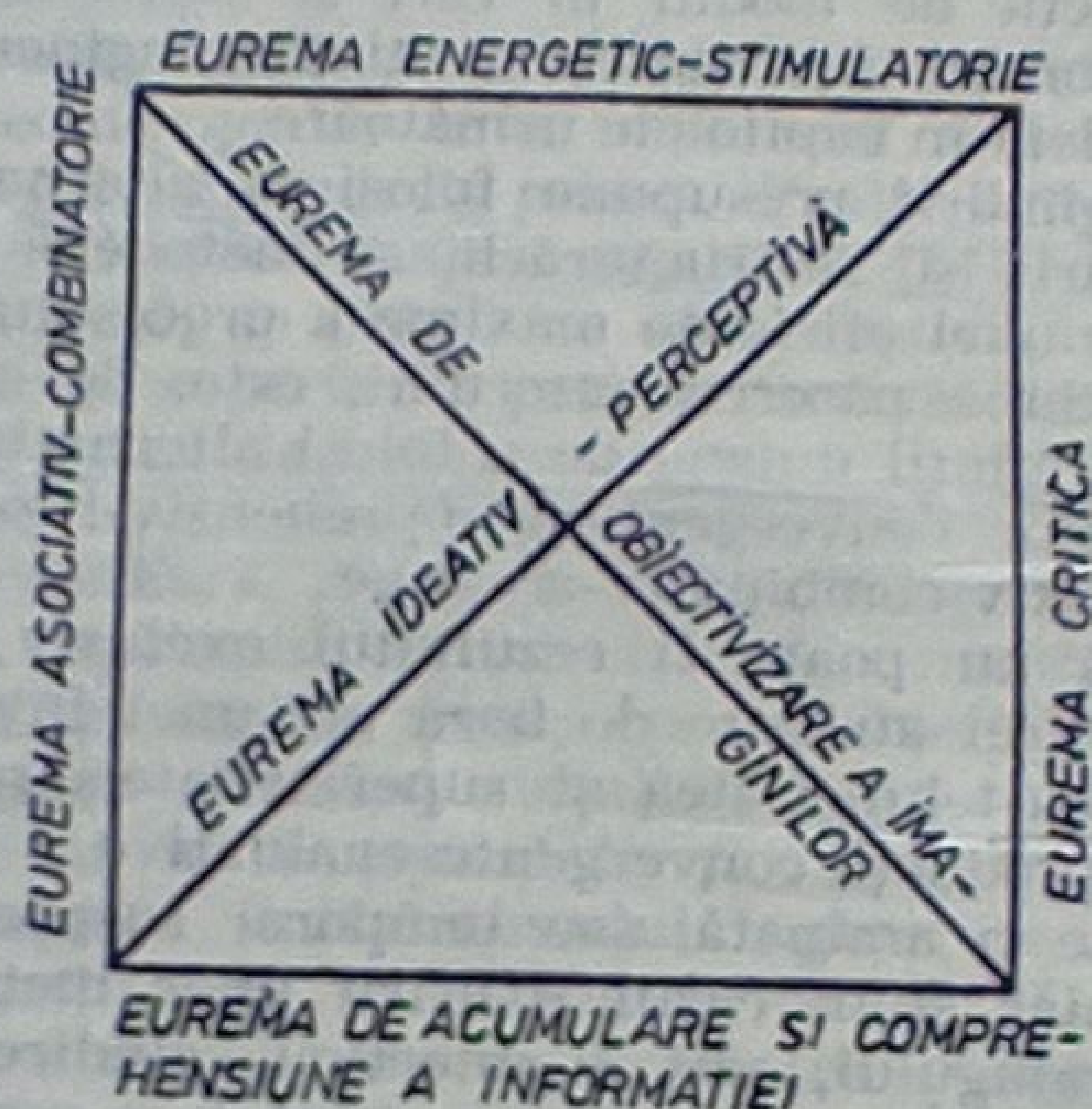


Fig. 2.4.

Pe cele patru laturi ale patratului sînt prezentate euremele care concură la producerea ideilor originale, în timp ce pe cele două diagonale sînt amplasate euremele specifice creației tehnice care, de fapt, sintetizează capacitatea de vizualizare a inventatorului.

Eurema de acumulare și comprehensiune a informației

Procesul creativ, avînd în structură concasări, asocieri, combinări și recombinări, extrapolări, generalizări, presupune existența unui fond de informații înțelese și stocate, capabile de a fi aduse operativ la nivelul conștientului. Pentru a realiza noi combinații de elemente cunoscute, în ansambluri originale, cu funcții superioare, trebuie să existe în prealabil elementele, informațiile acumulate, întrucît așa cum arăta Lucretius în „De rerum natura" din nimic nu se naște ceva, nici chiar prin voința zeilor.

În inventică, este dominantă memoria logică, bazată pe mesaje înțelese, fixate în cuvinte și apoi memorate. Este cunoscut faptul că mesajul înțeles are o intensitate sporită, este conservat mai mult timp, se reactualizează prompt și poate fi folosit eficient în creație.

Un rol deosebit de important îl au și asocierile, categorisirile, procesuale combinatorice desfășurate cu ocazia comprehensiunii, întrucît stocarea informației în aceste cazuri se realizează împreună cu procesele care i-au asigurat intensitatea.

Subliniem importanța deosebită pentru cei care se pregătesc pentru creația tehnică, în prelucrarea, trierea și clasificarea datelor, elimi-

narea, care trebuie să devină la un moment dat reflexă, a datelor neesențiale, nesemnificative, care ar încărca inutil memoria ; de altfel, astfel de date, nefiind vehiculate periodic de la memorie la conștient și invers, își pierd treptat din intensitate și se șterg, în timp ce datele pe care le utilizăm se retriază, se reclasifică, se reordonează și se completează integrîndu-se în noi contexte, mărindu-și substanțial intensitatea și deci și capacitatea de reactualizare.

Pentru a aplica principiul de bază formulat de Alex. Osborn — creatorul brainstormingului, în conformitate cu care „cantitatea naște calitate, cu cît mai multe date, cu atît mai multe idei, cu atît mai mare probabilitatea găsirii ideii optime“ [16], este necesară acumularea unor cunoștințe temeinice, bine sistematizate în domeniu, bazate pe memorări logice, asociativ-combinatorii, întrucît *pentru a combina este necesar în primul rînd să ai ce combina.*

Eurema asociativ combinatorie

Reprezintă esența creației tehnice, realizarea prin bisociații, combinații, extrapolări, generalizări, a unor noi ansambluri de elemente cunoscute dar cu funcții superioare.

Dar combinarea spontană, demarată și elaborată în mare măsură la nivelul subconștientului, presupune utilizarea unor modalități noi de combinare, adaptate la noile condiții și cerințe. Una din caracteristicile comportamentului necreativ este tocmai incapacitatea de a schimba modul de a gîndi funcție de situațiile variabile.

Așa cum arată Ion Moraru [15] creativitatea constă tocmai în elaborarea de strategii combinatorii noi la situații noi și, uneori, în elaborarea de strategii posibile la situații probabile. Fantezia are calitatea de a anticipa realul, de a-l prefigura, de a vedea viitorul cu ochii prezentului, de a vedea nu realul ci posibilul, nu actualul ci perspectiva.

Dar în creația tehnică nu trebuie să se absolutizeze combinațiile și modalitățile noi, originale de a combina, mediate în mare parte de fantezie și de procesele la nivelul inconștientului ; așa cum rezultă din capitolele 7 și 8 al acestei lucrări, există o combinatorică sistematică pentru creația tehnică.

Combinațiile pot fi realizate nu numai pe bază de inspirație și gîndire divergentă, și pot fi aduse în sfera gîndirii logice-convergente, căutarea și găsirea noilor combinații superioare-viabile devenind dintr-un proces care poate fi stimulat dar nu determinat, un proces la capătul căruia se găsește în mod obligator soluția căutată, folosindu-se metodele analitice deductive, de tipul matricilor morfologice de idei, sau a obiectului generalizat al creației [11].

Evident, creativitatea nu poate fi redusă nici la combinatorică, întrucît metodele matriciale presupun sisteme precise de elemente de combinat, în timp ce multe creații tehnice presupun alăturarea unor elemente inedite, alături de cele cunoscute, alăturări care, de multe ori, la prima vedere, par de-a dreptul paradoxale. Informațiile inedite introduse de multe ori în sistem prin extrapolări de la domeniile vecine pot restructura în diverse moduri vechile combinații și ceea ce este mai important, și combinațiile noi, dar realizate cu elemente convenționale

Deosebit de sugestivă este, considerăm, analogia lui Sidney-Parnes [15] între funcția combinatorică a intelectului uman și capacitatea combinatorică a caleidoscopului : „cînd privești într-un caleidoscop se vede o structură. Dacă se manipulează tubul se vor obține nenumărate structuri. Dacă se adaugă o nouă piesă de cristal la caleidoscop și se păstrează poziția inițială, se obține o structură ușor diferită. Dacă se adaugă noi piese și se manipulează se obține o multitudine de noi structuri posibile. Dacă s-ar privi în creier, s-ar vedea milioane de biți de cunoștințe și experiențe depozitate, asemenea informației stocate în cutia de memorie a calculatorului.

Dacă se manipulează calculatorul, se vor obține nenumărate structuri, adică idei produse prin combinarea și recombinarea elementelor existente. Dacă se adaugă un nou fapt, sau experiență, ca în cazul adăugării unor noi piese de cristal în caleidoscop, se va obține o nouă structură (combinație). De îndată ce începe manipularea, combinînd noul fapt cu cele vechi, se obține un număr și mai mare de elemente posibile." Subliniem faptul că această nouă familie de structuri are un grad sporit de originalitate.

Combinatorica ne asigură posibilitatea studierii logice-matematice a combinațiilor posibile *dinainte* și *după* introducerea în sistem a unor noi informații, dar nu asigură deocamdată, modalitatea logică de introducere a acestor informații, operații guvernate în prezent de inspirația creativă a creierului uman, care, după cum s-a arătat, poate fi stimulată, dar nu determinată.

Eurema energetică stimulatorie

Această euremă este constituită din multitudinea de fenomene și procese psihice, care împreună îndeplinesc funcția de dinamizare creativă a persoanei. Creativitatea și creația implică atît componenta intelectuală, cît și pe cele afectiv-volitive [15].

Mult mai probabil va ajunge la creații tehnice de valoare cel care dorește intens acest lucru și posedă calități creative medii, decît cel care este foarte dotat pentru creație, dar nu-și pune deloc problema să creeze.

Combinatorica se realizează pe fondul fenomenelor dinamizatoare cum sînt : pasiunea, succesul, interesul, curiozitatea, voința, capacitatea de efort, curajul, nevoia, dorința, ambiția, sentimentele etc., sintetizate de către Paula Constantinescu Stoleru în cei cinci factori de bază ai gîndirii emoționale (activismul constructiv, aviditate cognitiv-dinamică, capacitatea de integrare valorică — eficace în muncă, tendința pentru independență și autonomie în activitatea inovatoare și un nivel general superior de aspirații).

Pe drept cuvînt, Alex. Osborn [15], [16] constată că „nici cîmpul cunoștințelor și nici puterea talentului nostru nu sînt atît de vitale ca forța noastră motrice".

Ca și în sportul de performanță, în care rezultatele superioare se obțin nu numai prin tehnică și antrenament, ci în mod special prin calitățile moral-volitive, prin dorința de a învinge, în creația tehnică, voința de a realiza invenții de valoare, tenacitatea în aducerea acestora

în faze de implementare industrială, constituie condiții obligatorii ale rezultatelor superioare.

O invenție este cu adevărat de valoare, dacă s-a parcurs întregul drum, de la conturarea soluției de bază și pînă la utilizarea largă industrială. Acest drum este asemănător cu o lungă etapă dintr-o cursă ciclistă, în cadrul căreia sportivul de performanță trebuie să facă față unor încercări variate, urcușuri, coborîri vertiginoase, desprinderi, sprinturi, uneori defecțiuni mecanice și căderi, încercări care sînt trecute cu succes și converg către victoria de etapă, numai prin îmbinarea tehnicii, antrenamentului, abilității, folosirea tacticilor adecvate cu o tenacitate de oțel.

Inventatorii care consideră că cei din jurul lor așteaptă cu sufletul la gură noutățile pe care ei le elaborează, pentru a le aplica rapid în industrie, se înșeală amarnic; cei care nu știu sau nu pot să lupte în cadrul maratonului de la apariția ideii la aplicarea industrială a acesteia, care nu sînt activ prezenți în toate fazele acestui maraton, au foarte puține șanse de reușită, întrucît geniul, așa cum arată cunoscutul dicton al marelui inventator Thomas Edison, este 1% inspirație și 99% transpirație, ceea ce a fost demonstrat în întreaga sa activitate, pe cît de prometeică, pe atît de eficientă.

Sub impulsul pasiunii, se produce o așa-numită „minimalizare psihică a efortului“ [15], munca de creație pare mai ușoară, timpul consumat pentru aceasta — mai scurt, capacitatea de angajare în efort — mult sporită.

Eurema critică

Gîndirea divergentă, asociativ-combinativă, localizată în emisfera dreaptă a cortexului reprezintă sursa principală de idei originale, dar poate conduce în același timp și spre soluții total desprinse de realități, dacă nu este asociată, cel puțin episodic, cu gîndirea convergentă, logică, cognitiv-reproductivă, localizată în emisfera stîngă a creierului uman.

În creația tehnică, bazată pe logică, pe metode deductive, matematice, combinatorice, matriciale, de gîndire convergentă, se ajunge la soluții realiste, este evitată fabulația, dar nu se poate evada din sistemul de combinații și nu se poate îmbogăți sau perfecționa însăși sistemul, prin aport de elemente inedite din afară, prin extrapolări, analogii, generalizări, asocieri etc. Pentru aceasta este necesar aportul gîndirii divergente, aportul imaginației alimentate în mare măsură de procesele de la nivelul inconștientului.

Pentru ca imaginația să nu „nască monștri“, să nu ducă la „piste false“ este necesar controlul periodic al acesteia de către gîndirea convergentă, de funcția critică-evaluativă a creierului.

În creație, este necesară aplicarea pe baza unui antrenament psihic îndelungat a strategiei Alex Osborn, a amînării fazei critice, a evaluării, pentru a nu bloca procesul combinativ-creativ, „imaginația trebuie lăsată dintîi să se avînte pînă în înaltul cerului, pentru ca apoi să revină pe pămînt cu ajutorul gîndirii critice“ [15].

Eurema ideativ-perceptivă

Alex. Osborn a scos în evidență rolul deosebit pe care îl are în creația tehnică talentul inventatorilor de a crea imagini vizuale a oricărui lucru, ori de cîte ori o doresc, de a vedea „cu ochii minții".

Această capacitate de vizualizare a fost studiată în mod special de către Lewis Walkup [17], [18]:

„Inventatorii cu care am discutat mi-au vorbit despre modul lor vizual de a gîndi, fie că este vorba de mecanisme complexe, fie că își imaginează molecule chimice, organice combinîndu-se cu alte molecule. Rezultă astfel că idei care ar putea să fie sesizate scrise negru pe alb pot fi vizualizate înainte de a fi fost așternute pe hîrtie, părțile mai puțin importante fiind schițate doar aproximativ, într-un mod oarecum stenografic. În asemenea cazuri văzul și pipăitul participă într-un mod cu totul specific. Individul respectiv are aproape aceeași senzație ca și cum obiectul ar fi fost vizualizat. El poate chiar să simtă cum obiectele atinse parcă îi apasă mîna sau i-o rod prin frecare; sau fluxul de căldură de la un punct la altul; sau oscilația circuitului electric oscilant, sau refracția luminii la trecerea dintr-un mediu în altul; sau caracterul adecvat al unei structuri așa de bine proiectată pentru a susține o sarcină maximă, încît fiecare parte a ei este egal solicitată; sau agitația neîntreruptă a moleculelor unui gaz; sau chiar transferul de energie de la benzină, prin motor, la roțile motoare ale automobilului. Este ca și cum propriul mecanism cinestezic s-ar asocia cu obiectul fizic și ar putea simți astfel în mod direct în tot ce se întîmplă în acest sistem exterior lui."

Pentru cei cu vizualizarea foarte dezvoltată acest proces se aplică și altor sisteme decît celor fizice.

Este evident că, în construcția de mașini, este necesară, pe lîngă o capacitate de vizualizare statică și o capacitate de vizualizare dinamică, în cadrul căreia utilajele, mecanismele, subansamblele, piesele sînt în mișcare relativă, sau în care semifabricatul se modifică treptat suportînd toate procesele care-l conduc spre piesa finală.

Dar așa cum putem reprezenta cu ochii minții, imaginea statică sau dinamică, mai mult sau mai puțin detaliată a unui obiect tehnic cunoscut, ne putem reprezenta, imagina și noi soluții, aceasta reprezentînd una din pîrghiile de bază ale creației inginerești. Considerăm că, atît din experiența personală în dezvoltarea vizualizării și din cea a educării acestei deprinderi la peste 30 de serii de studenți în construcția de mașini, capacitatea de vizualizare reprezintă o rezultantă a dotării naturale și a antrenamentului. Viitorii ingineri în domeniul construcțiilor de mașini sînt în acest sens supuși unui antrenament oficial, prin studierea geometriei descriptive, a desenului industrial, organelor de mașini și mecanismelor, mașinilor unelte, sculelor așchietoare, dispozitivelor, ștanțelor, turbinelor, preselor, motoarelor termice cu piston, aparatelor de măsură și control etc. discipline în cadrul cărora ponderea descrierilor constructiv-funcționale este și trebuie să rămînă importantă. Din acest punct de vedere, trebuie combătută absolutizarea prezentării exclusiv principiale a soluțiilor și eliminarea totală a prezentării constructiv-funcționale detaliate, tendință care diminuează capacitatea de vizualizare a creatorului de tehnică. Însăși memorarea unor

soluții constructiv-funcționale, atît de combătută de unii, dezvoltă capacitatea de vizualizare.

Testele efectuate de către catedra de Desen tehnic și geometrie descriptivă a Institutului Politehnic Iași printre studenții Facultății de mecanică au demonstrat o capacitate bună de vizualizare la marea lor majoritate. Studenții în proporție de 90% au putut să reproducă un subansamblu pe care l-au studiat, demontat și măsurat, după retragerea acestuia de către cadrul didactic, în cazul unor subansamble de complexitate mică, iar în cazul unor subansamble complexe, procentajul s-a redus la 70%.

Experimental am constatat rolul deosebit pe care-l poate juca șahul în dezvoltarea capacității de vizualizare, în special prin analizele oarbe (fără tablă de șah) a unor partide jucate, „citirea" și reproducerea mintală a partidelor din manualele și revistele de șah, dezlegarea mintală a unor probleme, sau, ceea ce este și mai eficient, prin jucarea unor partide oarbe. Sînt cunoscute rezultatele deosebite în creația științifică și tehnică a unor șahiști de performanță, ca de exemplu ale dr. în științe tehnice Mihail Botvinic, în repetate rînduri campion mondial, ale prof. universitar I. Gudju, fost campion al României, sau ale prof. dr. ing. D. Drimer, maistru internațional, ale lui Octav Troianescu, campion al României — cunoscut chirurg și inventator, sau ale maistrului ieșean ing. Minodor Cojocaru, autor a 22 de invenții în domeniul chimiei antibioticelor.

În mare măsură eurema ideativ-perceptivă realizează trecerea de la creativitate la creația propriu-zisă.

Eurema de obiectualizare a imaginii

Un rol important în inventică, pe lîngă vizualizarea specifică euremei ideativ-perceptive îl joacă și o formă specifică de vizualizare, cea structurală.

După Johnson O'Connor, aceasta reprezintă „un simț intern pentru forme tridimensionale, o abilitate instinctuală de a construi cu ochii minții o imagine clară — tridimensională a unui obiect solid, pornind de la un proiect [16].

În ansamblu, euremele ideativ-perceptive și de obiectualizare a imaginii fac parte din componenta, tipic tehnică a gîndirii, denumită de cunoscutul psiholog sovietic T. V. Kudreavțev [19] „gîndire conceptual-figurală", asupra căreia vom reveni în paginile următoare.

2.2.6. Conștientul și inconștientul în creația tehnică

În inventică are loc o conlucrare a conștientului cu procesele de la nivelul inconștientului, între aceste complexe de procese avînd loc o permanentă interferență, un du-te-vino continuu, în ambele sensuri.

Așa cum conștiința poate fi concepută ca un complex de procese pulsatorii, lărgindu-și și restrîngîndu-și permanent sfera, prin intermediul dominant al atenției și în domeniul inconștientului au loc pulsații ale căror legități nu sînt însă lămurite.

Ion Moraru [15] presupune existența unui *conștient clar* și relativ stabil, care operează pe un cîmp de fapte esențiale și fundamentale ale

persoanei în relaţie cu mediul natural şi social şi un *conştient pulsatoriu*, care-şi lărgeşte şi-şi restrînge continuu sfera, avînd un corespondent în aşa-numitul *inconştient pulsatoriu.*

Eurema de acumulare şi comprehensiune a informaţiei, bazată pe memorie, gîndire convergentă, logică, limbaj etc. este parţial conştientizată şi parţial se găseşte la nivelul inconştientului.

Dacă gîndirea convergentă, limbajul se află dominant în sfera conştiinţei clare sau pulsatorii, memoria, în cea mai mare măsură aparţine sferei inconştientului. O mică parte din informaţie poate fi conştientizată la nivelul conştiinţei clare sau pulsatorii, în timp ce cea mai mare parte se va găsi la nivelul inconştientului pulsatoriu, sau a inconştientului dinamic (care dirijează funcţionarea organelor biofiziologice, fenomenelor homeostazice şi autoreglărilor etc.).

Eurema asociativ-combinatorie, bazată pe gîndire divergentă, pe fantezie, imaginaţie, intuiţie, analogie, lucrează atît în domeniul conştientului clar şi pulsatoriu, cît şi în domeniul inconştientului pulsatoriu.

Fenomenele combinatorice de la nivelul conştientului pot fi stăpînite, introduse în schemele logice şi au dat naştere la metodele matematice de creaţie, în timp ce fenomenele combinatorice, bisociaţiile şi analogiile de la nivelul subconştientului pulsatoriu nu pot fi stăpînite, ci pot fi cel mult stimulate şi favorizate de metodele psihointuitive de creaţie.

Pe lîngă un caleidoscop cu combinaţii de forme, structuri şi culori clare de la nivelul conştientului, funcţionează un caleidoscop necontrolat, cu combinaţii în culori şi forme difuze, care, propulsate spre conştientul clar, reprezintă aşa-numitele inspiraţii-iluminări.

Eurema energetică-stimulatorie, bazată pe voinţă şi pasiune, tendinţă spre afirmare, nevoie, se desfăşoară evident dominant pe planul conştientului, dar nu trebuie eliminată posibilitatea activităţii acestor fenomene psihice şi la nivelul inconştientului pulsatoriu, reprezentînd o importantă rezervă impulsională internă.

În ceea ce priveşte eurema critică, aceasta se realizează dominant în planul conştiinţei clare, dar este posibilă şi acţiunea critică reflexă de la nivelul inconştientului pulsator.

Mulţi dintre marii creatori în domeniul ştiinţei şi tehnicii au fost substanţial ajutaţi de intuiţie în creaţie.

De regulă intuiţiile izvorăsc din procesele inconştiente ale creierului, care a continuat să mediteze asupra problemei, chiar dacă în mod conştient nu i-a mai acordat de mult nici o atenţie. Pe baza acestei constatări datorată lui W. I. Beveridge, Ion Moraru a elaborat [15], [21] un model interpretativ al mecanismelor psihice ale intuiţiei euristice, asupra căruia ne vom opri în cadrul prezentării etapelor creaţiei în invenţia spontană şi în cea stimulată, intuiţia confundîndu-se în mare măsură cu faza de iluminare.

2.3. Componentele gîndirii tehnice

Creaţia tehnică reprezintă un rezultat al unui mod specific de gîndire — gîndirea tehnică, studiată sub aspectul factorilor şi componentelor sale de către I. V. Kudreavţev [19], principalele rezultate fiind redate în rîndurile care urmează :

2.3.1. Factorii care determină specificul gîndirii tehnice

Ca orice altă formă a activității de gîndire a omului, gîndirea tehnică reprezintă o cunoaștere generalizată și mijlocită a realității, realizîndu-se în procesul rezolvării de probleme și fiind, ca structură, reproductivă, creativă, sau, de cele mai multe ori, combinată.

Un prim factor specific gîndirii tehnice îl reprezintă un *anumit grad de nedeterminare a domeniului de căutare*, în majoritatea problemelor de concepție-proiectare, indicîndu-se numai scopul și funcțiile utilajului. În sarcina gîndirii proiectantului revine precizarea datelor inițiale și alegerea soluției de principiu, iar în această fază apare cel de al doilea factor specific — existența unei varietăți de soluții posibile.

Această relativă nedeterminare a domeniului de căutare și posibilitatea soluționării pe diferite căi oferă rezolvitorului un cîmp foarte vast de acțiune, elaborarea soluției optime corelîndu-se cu modificarea și precizarea însăși a datelor inițiale ale problemei.

Problemele tehnice și tehnologice sînt extrem de variate, iar uneori deosebit de complexe : în cursul rezolvării acestora se pot ivi noi probleme greu de anticipat în faza de elaborare a temei de bază, iar uneori are loc însăși transformarea acesteia, mediată de o înțelegere mai profundă a domeniului.

2.3.2. Gîndirea tehnică — gîndire teoretico-practică

Caracteristic gîndirii tehnice este unitatea indisolubilă dintre componentele teoretice și practice ale activității, unitate realizată în cursul rezolvării problemelor tehnice-tehnologice.

Însăși evaluarea contribuției laturilor teoretice sau practice în cursul rezolvării problemelor tehnice este greu de realizat, asocierea și interacțiunea permanentă a fazelor de gîndire teoretică și practică fiind specifică procesului.

Orice soluție teoretică trebuie să fie verificată practic în special dacă prezintă note originale, gîndirea tehnică reprezentînd un „aliaj compact de acțiuni intelectuale și practice aflate în interdependență și tranziționare reciprocă“ [19].

T. V. Kudreavțev distinge următoarele acțiuni teoretice specifice ale gîndirii tehnice :

— operarea cu noțiuni tehnice cunoscute, care stau la baza înțelegerii ;

— acțiuni pentru formarea unor noțiuni tehnice noi, în relație cu cele însușite anterior, pe baza cărora se constituie un nou sistem de cunoștințe ;

— acțiuni pe baza cărora se realizează planificarea activității viitoare.

Toate aceste acțiuni teoretice se sprijină pe acțiuni practice de obiectualizare fizică sau mintală. Se disting următoarele acțiuni practice de bază :

— de execuție ;
— de încercare-explorare-omologare ;
— de control și de reglare ;
— acțiuni cu scopul obținerii generării de idei noi.

Inteligența tehnică reprezintă un aliaj complex al ideii și acțiunii, prin interdependențele și interpătrunderile lor, capacitatea de a trece operativ și combinativ de la acțiuni teoretice la cele practice și invers.

2.3.3. Gîndirea tehnică — gîndire conceptual-figurală

În procesul gîndirii omul operează cu concepte, dar și cu imagini, care reprezintă suportul concretizant al acestora. Cu atît mai mult, în gîndirea tehnică, componentele conceptuală și figurală sînt strîns legate și numai în condițiile unei unități armonioase între ele se rezolvă cu succes problemele tehnice complexe, puntea de legătură fiind realizată prin intermediul desenului tehnic și al geometriei descriptive. Așa cum s-a mai arătat în prezentarea euremelor ideativ-perceptivă și de obiectualizare a imaginii, componente ale gîndirii tehnice creatoare, de cele mai multe ori, imaginile au nu numai un caracter complex, dar și într-o continuă transformare — un caracter dinamic.

T. V. Kudreavțev distinge pentru componenta figurală a gîndirii tehnice două forme de bază și asocierile corespunzătoare :

— actualizarea reprezentărilor memoriei, sau apariția reprezentărilor imaginației ;

— elaborarea imaginii obiectelor pe baza perceperii acestora.

Omul este nevoit adesea să elaboreze și imagini spațiale — dinamice, modificîndu-le și reconstruindu-le, operînd uneori un întreg sistem de imagini intermediare, iar la creatorii de mare flexibilitate, întreaga structură complexă de reprezentări și dependențe spațiale este adaptată riguros scopului.

Rezolvarea cu succes a problemelor tehnice-tehnologice presupune însă o interacțiune strînsă între noțiune și imagine, care materializează specificul conceptual-figural integral al gîndirii tehnice ; întregul sistem de învățămînt trebuie să contribuie la aceasta.

2.3.4. Trei componente structurale ale gîndirii tehnice

Cercetările colectivului prof. T. V. Kudreavțev [9] au permis avansarea ipotezei asupra existenței unei structuri cu trei componente ale gîndirii tehnice, în care componentele conceptuale, figurale și practice ale activității de gîndire ocupă un loc egal și se află într-o interacțiune complexă.

Schematic acest lucru ar putea fi redat prin „triunghiul" gîndirii tehnice (fig. 2.5.).

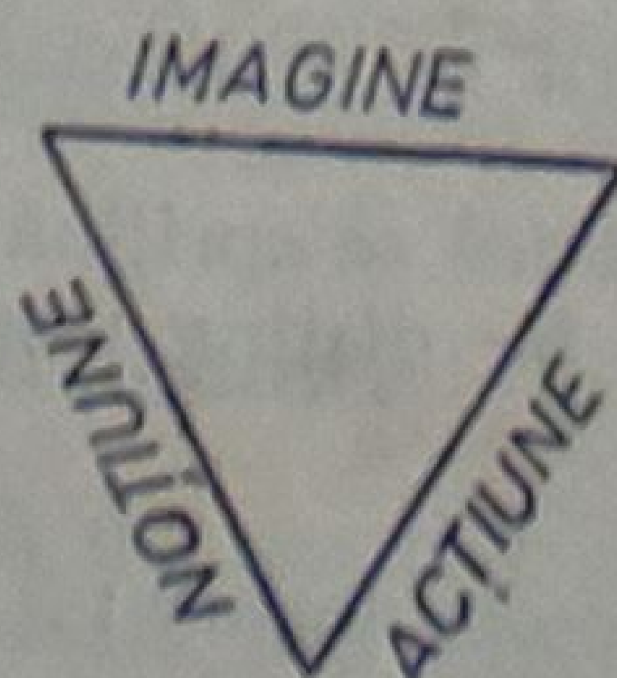


Fig. 2.5.

Caracterul complex al problemelor tehnice determină o complicare a structurii activității de gîndire ; în acest sens, relația dintre noțiune și imagine prezentată anterior se complică prin includerea componentei practice.

Prin structura sa psihologică internă, gîndirea tehnică se constituie din trei componente : ea este o gîndire conceptual-figural-practică. Aceste componente teoretice (noționale), figurale (intuitive și practice acționale) nu sînt numai intercorelate ci se află într-o permanentă interacțiune, fiecare dintre componente manifestîndu-se ca o parte a acestui triplet, cu valoare egală.

2.4. Unitatea dintre gîndirea logică, afectivă și practică a inventatorului

Dacă se reanalizează patratul euremelor din fig. 2.4., corelat cu triunghiul componentelor structurale ale gîndirii tehnice din figura 2.5., se constată lipsa din cadrul structurii euristice fundamentale a unei *eureme acționale-practice*. Chiar și Arhimede care ca toți grecii antici trata cu dispreț practica, a exclamat Evrika tocmai în urma unei acțiuni practice, revelația-iluminarea realizîndu-se pe fondul simțurilor, a unei *gîndiri fizice-practice*.

În cele mai multe invenții și descoperiri tehnice, rolul de bază l-a avut *gîndirea în acțiune*, gîndirea practică, gîndirea desfășurată în procesul de realizare, experimentare, optimizare, punere la punct și stabilirea tehnologiilor specifice.

Marii inventatori și-au petrecut viața în laboratoare și în atelierele de prototipuri, multe dintre invențiile acestora realizîndu-se în plină acțiune fizică-practică, în cadrul căreia colaborează direct și eficient gîndirea și simțurile.

Rolul deosebit pe care-l au mîinile în procesul de creație a condus chiar la noțiunea de „a gîndi cu mîinile“ folosită de către A. V. Moore [17] și M. W. Thring [21]. Analizînd răspunsurile la problema rolului mîinilor în creație, date de cunoscuți specialiști în psihologia creației și inventatori renumiți ca Lewis Walkup, Gordon Teal sau James Lafferty, A. D. Moore ajunge la concluzia că nu numai începătorii în creație, ci și cei consacrați, în fața unei probleme pentru care le lipsește experiența necesară, vor trebui să se folosească de un laborator, de un atelier, să se ducă într-o fabrică, sau să lucreze în aer liber, pentru *a deprinde, a învăța lucruri noi, direct de la sursă*.

Considerăm însă că rolul mîinilor nu se rezumă la acumularea de experiență pentru creație ; *acțiunea fizică, cu toate simțurile necesare, colaborînd cu intelectul, poate genera soluții, poate produce iluminări direct din procesul muncii*.

Procesele de experimentare, omologare, optimizare a noilor soluții, procese la care considerăm deosebit de utilă prezența inventatorului, pot da naștere la perfecționări substanțiale, la noi invenții.

A. D. Moore consideră că rezultatele tehnico-științifice ale vechilor greci ar fi fost mult mai substanțiale dacă aceștia și-ar fi pus mîinile în acțiune, dacă n-ar fi disprețuit experimentul, lăsîndu-l în sarcina sclavilor și a unei mici părți de oameni liberi, dar cu statut inferior.

Chiar și Arhimede, descoperindu-și principiul dintr-o acțiune practică, nu punea preț pe ingenioasele sale contribuții din domeniul mecanicii, care l-au făcut celebru, considerîndu-le mai prejos de demnitatea științei pure și refuzînd chiar să lase ceva scris despre ele.

„Modalitatea folosită de greci pentru fundamentarea adevărului științific se întemeia pe observarea vizuală, stabilirea unor ipoteze, argumentarea lor cu ajutorul rațiunii și tragerea unor concluzii. Cu o metodă atît de incompletă nu-i de mirare că multe concluzii erau de-a dreptul ridicole". [17]

Alex. Osborn [16] merge mai departe, considerînd că urbanizarea, mecanizarea, automatizarea, supraspecializarea, determinînd o îndepărtare de la acțiunea directă, cu mîinile, îndepărtează în același timp și de creație, unul din argumente constituindu-l concluzia unui studiu socio-geografic american, în conformitate cu care cea mai mare parte dintre creatorii din știință și tehnică au o origine agrară, oameni care cel puțin în copilărie și în tinerețe nu au pierdut contactul prin muncă cu natura.

În domeniul în care îmi desfășor activitatea, cel al sculelor așchietoare, marea majoritate a invențiilor din primele șapte decenii ale secolului XX aparțin muncitorilor de înaltă calificare și au fost realizate în procesul muncii — în acțiune — contribuția oamenilor de știință fiind mai puțin substanțială, ea manifestîndu-se mai mult în ultimul deceniu, în care s-au pus bazele științifice ale creației tehnice în domeniu.

BIBLIOGRAFIE

1. KIRCEV A., ROȘCA AL., MARE V., ROȘCA M., RADU I., ZÜRGÖ B. — *Psihologie generală*. Editura did. și ped., București, 1976.
2. LURIA A. R. — *Osnovi neuropsihologii*. Izd. Moskovskovo Universiteta, Moskva, 1973.
3. DOROFTE I. — *Asimetria emisferelor cerebrale*. Rev. Cronica nr. 4, 1982, p. 6.
4. SPIRKIN A. G. — *Proishojdenie soznania*. Moskva, Gosud. Izd. Polit. Lit., 1960.
5. ROȘCA A. — *Creativitatea generală și specifică*. Ed. Academiei R.S.R., București, 1982.
6. BEJAT M. — *Factorii creativității*. Volumul *Creativitate*. Centrul de informare și documentare în științele sociale și politice. București, 1973, pp. 52—82.
7. GETZELS J. W., JACKSON P. W. —*Creativity and Intelligence*. Explorations vith Gyfted students. New-York-Wiley, 1962.
8. ZWICKY F. — *Discovery Inventions*. Research through Morphological Approach. Ed. Mc. Mi'an, 1969.
9. MOLES A., CLAUDE R. — *Créativité et methodes d'inovation*. Ed. Fayard-Marne, 1970.
10. KAUFFMAN A., FUSTIER M., DREVET A. — *L'inventique*. Intreprise moderne d'edition. Paris, 1971.
11. BELOUS V., SEVERINCU M., — *Asupra unor metode analitice de creație tehnică*. Lucr. ses. Creația tehnică și fiabilitatea în construcția de mașini. Vol. Mașini unelte, scule, dispozitive. Rotaprint I.P. Iași, 1980.
12. PAULA CONSTANTINESCU-STOLERU — *Creativitatea. Cunoașterea și stimularea potențialului creator*. Rezumat teză de doctorat, Univ. București, 1974.
13. GUILFORD J. P. — *The nature of human intelligence*. Mc. Graw. Hill New-York, 1967.
14. BEJAT M. — *Factorii de stil cognitiv și aptitudini intelectuale care influențează creativitatea științifică*. Revista de psihologie. Tom. XXI, 1975.
15. MORARU I. — *Un model epistemologic-psihologic al creativității tehnice*. Editura științifică și enciclopedică, București, 1980.

16. OSBORNE ALEX. — *Applied imagination*. Ed. Charles Scribner's Sons New-York 1957. Traducere în limba franceză. Ed. Dunod, Paris, 1971.
17. MOORE A. D. — *Invenție, descoperire, creativitate*. Editura enciclopedică română, București, 1975.
18. WALKUP LEWIS — *Creativity in Science Through Vizualization*. Perceptual and Motor Skills. Southem University Press, 1965.
19. KUDREAVȚEV T. V. — *Psihologia gîndirii tehnice*. Editura didactică și pedagogică, București, 1970.
20. BEVERIDGE W. I. — *Arta cercetării științifice*. București, Editura științifică, 1968.
21. THRING M. W. — *A preda inventivitatea*.
22. VERONE PIERRE — *Inventica*. Ed. Albatros, 1983.
23. BELOUS VITALIE — *Inventica. Bazele creației tehnice și ale protecției industriale*. Vol. I. Rotaprint. I.P. Iași, 1984.

CAPITOLUL III

ETAPELE CREAȚIEI TEHNICE

Cînd se analizează etapele creației — comune pentru toate domeniile — această analiză se referă de regulă la creația spontană sau la cea stimulată și ca atare nu poate fi extrapolată unei forme de creație specifice tehnicii — creația logică-determinată.

Absolutizînd rolul gîndirii divergente în creație, unii autori consideră că numai creațiile spontante și cele stimulate, rod al conlucrării dintre conștient și subconștient, creațiile bazate pe inspirație, pe intuiție, pe imaginație, reprezintă adevărate creații, în timp ce invențiile realizate pe cale logic deductivă nu reprezintă de fapt creații, un punct de vedere la care evident nu putem subscrie.

3.1. Invenția spontană, invenția stimulată (semispontană) și invenția logic determinată

Prin invenție spontană se înțelege creația tehnică realizată pe baza unei iluminări neașteptate, mediate de intuiție, inspirație, imaginație, răzbătînd cu forță de la nivelul subconștientului la cel al conștientului, fără ca în prealabil să fi fost formulată cu claritate tema creației.

Prin invenție stimulată sau semispontantă se înțelege creația tehnică obținută de asemenea pe baza unei iluminări, care însă a fost în prealabil pregătită, într-o formulare precisă a temei, printr-o perioadă mai scurtă sau mai lungă de incubație și favorizată prin diferite metode și tehnici psihologice de creație.

Prin invenție logic determinată se înțelege creația tehnică obținută pe calea unor metode și tehnici logice-morfologice de căutare, la capătul cărora se găsește în mod obligator noua soluție.

După concepția autorului, o invenție reprezintă o creație indiferent dacă aceasta a fost obținută pe cale psihologică sau logică-științifică. De aceea, însăși inventica reprezintă în același timp o știință și o artă a inventării ; știință în măsura în care procesul creației tehnice poate fi transferat în sfera logicului și artă, în măsura în care aceasta rămîne în sfera psihologicului, a inspirației, intuiției, imaginației. Atunci cînd se caracterizează o invenție, se verifică existența celor trei atribute de bază ale acesteia, aplicativitatea, noutatea și progresul și nu modul în care acestea au fost realizate.

Dacă rezultatul creației tehnice este invenția, atunci, procesul care generează invenția este un proces de creație, indiferent dacă se realizează pe cale psihologică sau logică.

3.2. Etapele creației în invenția spontană și în cea stimulată

Marea majoritate a specialiștilor din domeniul inventicii consideră că în procesul de sinteză a unei noi soluții constructiv-funcționale-tehnologice se disting patru etape de bază : pregătirea, incubația, iluminarea și verificarea operativă. După Percy Hill [1] ar mai exista o așa-numită etapă de „neliniște" și de depistare a temei ; întrucît o astfel de etapă, în cadrul căreia creatorul de tehnică, aflat în anumite situații concrete, simte o neliniște generată de deficiențele stadiului actual și de o eventuală posibilitate de remediere personală a acestora, ceea ce îl determină să treacă la acțiune, are un caracter întîmplător, în cele ce urmează se dezvoltă în mod special cele patru etape de bază.

3.2.1. Etapa de pregătire

Această etapă reprezintă o perioadă de activitate rațională și dirijată și presupune o înaltă disciplină a gîndirii. Se studiază detaliat atît soluțiile existente cît și noile combinații posibile. Folosind metodele și tehnicile analitice de creație, prin intermediul diagramelor și matricelor morfologice de idei, sau obiectului generalizat al creației, prin deducție, pe baza acestora se obține frecvent rezolvarea de principiu a problemei chiar din faza de pregătire.

Dacă elaborarea noii soluții nu are loc din această primă etapă, se realizează totuși o foarte bună documentare, inginerul devenind supraspecializat în domeniul îngust al obiectului creației.

Unii psihologi subdivid etapa de pregătire (prepararea) într-o serie de subetape, cărora le corespund o serie de acțiuni cognitive [2] cum sînt :

— subetapa de observație sau de sesizare a problemei, corespunzătoare etapei „de neliniște" ;

— subetapa de analiză și definire a problemei ;

— subetapa de acumulare-stringere a materialului de lucru (etapa de informare și sinteză a informațiilor) ;

— subetapa de lucru efectiv-operațională de formulare de ipoteze și încercări de noi restructurări, asocieri și combinații, concretizată uneori prin elaborarea directă a unor noi soluții.

Sesizarea problemei în tehnică are în general un caracter intuitiv-spontan ; în cadrul acestei subetape se conturează, fără o căutare prealabilă organizată, o anumită necesitate tehnică, lipsuri ale stadiului actual, „insule albe" neexplorate și nerezolvate, ca urmare a unei stări difuze, nedefinite, de neliniște, în care inventatorul „simte", intuiește că poate să-și aducă o contribuție în progresul tehnic din domeniu.

Subetapa de analiză și definire a problemei nu poate fi despărțită în timp de subetapa de acumulare-stringere a materialului de lucru, de informare și sinteză a informațiilor.

Aceste două subetape, caracterizate printr-o intensă activitate de analiză și sinteză, dominate de gîndirea convergentă a inventatorului, vizează două obiective de bază :

— crearea unei imagini de ansamblu asupra stadiului actual al tehnicii, cu supraspecializarea corespunzătoare a inventatorului ;

— depistarea lipsurilor generale ale stadiului actual al tehnicii și formularea precisă a temei de creație, vag conturată în prima subetapă.

În subetapa operațională începe căutarea propriu-zisă a noii soluții. În creația logic-deductivă, de cele mai multe ori noua soluție apare direct din această subetapă, în care se îmbină gîndirea divergentă cu cea convergentă.

Spre deosebire de domeniul artei, în care *munca succede inspirației*, de cele mai multe ori în tehnică lucrurile se petrec invers, inspirația este determinată de muncă. Metodele și tehnicile logice — deductive de creație prezentate în capitolele 6—8, permit de multe ori formularea noii soluții încă în etapa de pregătire, metodele și tehnicile psihologice contribuind la definitivarea și perfecționarea acesteia.

În invenția spontană și stimulată însă, de cele mai multe ori soluția nouă apare abia după o etapă mai scurtă sau mai lungă de incubație, urmată de etapa de iluminare.

3.2.2. Etapa de incubație

Incubația este etapa de așteptare în urma unei lungi perioade de preparare, în care nu s-a găsit însă nici o soluție viabilă. Etapa se desfășoară la nivelul inconștientului.

După Ion Moraru [3], în sens euristic, prin conștient se înțelege activitatea creativă, metodică, care presupune un scop, se desfășoară în focarul principal al atenției, este dirijată în mod voluntar, prin mobilizarea permanentă a energiilor psihice ale persoanei și orientarea lor spre finalizarea obiectivului euristic, în stare de veghe, presupunînd utilizarea unor strategii variate și alegerea deliberată a celor mai eficiente în raport cu scopul urmărit.

Prin inconștient se înțelege activitatea psihică creativă care se desfășoară în afara cîmpului central al atenției și care nu implică o dirijare sistematică, prin intermediul voinței, fiind înfăptuită uneori chiar în afara stării de veghe.

Etimologic, incubare înseamnă atît odihnă-relaxare, cît și dezvoltarea latentă a unei maladii infecțioase și reprezintă într-adevăr în invențică o relaxare, o deplasare spre inconștient a problemei de creație și continuarea dezvoltării latente acolo, a acesteia.

În timp ce conștientul poate cuprinde simultan în focarul său un număr restrîns de elemente, posibilitățile inconștientului sînt mult mai largi ; paralel cu procesul combinatoriu conștient-fundamental, pot avea loc la nivelul inconștientului, simultan, mai multe procese asociative, combinatorii, creative. Pe lîngă caleidoscopul ferm, cu combinații de forme și culori nete, de la nivelul conștientului, funcționează simultan mai multe caleidoscoape, cu forme și culori difuze, dar cu infinit mai multe posibilități de combinare, datorită contactelor sinaptice nedirijate a miliardelor de neuroni disponibili.

Dacă la nivelul conștientului se combină, se asociază, se fac analogii, cu ajutorul unor elemente de actualitate, conștientizate, sau dobîndite, în cadrul inconștientului intră în relație și marea mulțime a elementelor stocate în memorie.

La aceasta trebuie adăugată viteza net superioară a proceselor și eliberarea acestora de constrîngerile logice, care devin și ele foarte difuze, dar considerăm că nu dispar, cu desăvîrșire, în toate cazurile.

Pare plauzibilă concepția lui L. S. Kubie [2] [4] în conformitate cu care numai o anumită treaptă a inconștientului — preconștientul — este prolifică în combinații viabile, întrucît gîndirea logică-convergentă-autocritică de la nivelul conștientului este la fel de necreativă ca și cea de la nivelul inconștientului profund, lipsită total de control, deci incapabilă de a da soluții realiste.

În realitate, problema de creație nu se afundă în inconștientul profund, ci se localizează în zona superioară a acestuia — a preconștientului, zonă în care conștiința își poate arunca oricînd lumina și controla rațional procesele prefocale.

Desfășurarea eficientă a incubației, ca etapă deliberată în creația tehnică, presupune o temeinică etapă logică de pregătire profundă și concentrată, în care mintea a fost alimentată cu un bogat material informațional, întrucît așa cum afirma L. Pasteur, șansa favorizează numai mințile preparate.

Această activitate logică a conștientului continuă și în etapa de incubație, cînd inconștientul este permanent alimentat cu noi date și fapte. În subconștient, în preconștient se produc procese asociativ-combinatorice, nu numai datorită dinamismului intern inconștient, ci și în virtutea faptului că orice eveniment sau stimul extern este raportat inconștient la situația-problemă internă. Și dacă din întîmplare un element se racordează semnificativ la această situație, rezolvînd-o parțial sau chiar integral, soluția este brusc conștientizată ; așa cum arată Sidney Parnes [2] are loc iluminarea.

În creațiile tehnice bazate pe metodele logice-deductive, noua soluție nu apare în urma unei incubații, ci direct în procesul de căutare morfologică a acesteia, pe baza unei munci intense și organizate ; de aceea unii contestă caracterul creativ al obținerii de noi soluții pe cale deductivă, întrucît în acest proces lipsesc etapele tradiționale de incubație și iluminare.

Incubația și iluminarea sînt etape prezente numai în invenția spontantă și cea stimulată prin metode și tehnici psihologice. Aceasta nu înseamnă însă că procesului de creație logic-deductivă nu i se poate asocia, cu efecte pozitive, incubația și iluminarea ; într-adevăr, creația logică se realizează pe calea combinațiilor dintr-un caleidoscop conștientizat și nu exclude împrumutul de elemente de la caleidoscoapele subconștientului, împrumut realizat pe bază de inspirații, asocieri, analogii, concretizate uneori prin iluminări care îmbogățesc substanțial rezultatele obținute pe cale logică. Aceste fenomene pot avea loc atît în faza de detaliere a soluției noi logice, cît și în fazele practice de realizare a prototipului, de experimentare sau de optimizare a acestuia, faze în care se realizează cea mai eficientă colaborare dintre conștientul, subconștientul și simțurile active ale inventatorului (eurema acțională-practică).

3.2.3. Etapa de iluminare

Iluminarea reprezintă etapa crucială și centrală a procesului de creație tehnică spontană sau stimulată, un fenomen psihic fulgerător și spectaculos, momentul apariției spontane a soluției originale viabile, cînd inventatorul nu este de regulă concentrat asupra temei de creație.

Iluminarea poate fi o interpretare neașteptată și corectă a unor date experimentale, o nouă bisociație, o combinare originală a unor elemente cunoscute într-un ansamblu cu funcții superioare.

Studiind cîteva intuiții celebre (Ch. Darwin, B. Russel, H. Poincaré, H. Coandă) Ion Moraru [3] scoate în evidență alternanța fazelor conștiente și inconștiente de lucru ale creierului precum și principiul feedback-ului, al reversibilității în procesele euristice, principiu preconizat pentru prima dată în lume de către Ștefan Odobleja [5] în monumentala sa lucrare Psihologia consonantistă : „...dacă *asemănarea produce apropierea, aceasta la rîndul ei, provoacă asemănarea (analogia, consonanța). Aceasta e o consecință a legii reversibilității* care ne permite să mecanizăm gîndirea, să realizăm gîndirea instrumentală, gîndirea tehnică sau tehnicizată, gîndirea artificială și provocată... Datorită reversibilității psiho-fizice putem materializa și mecaniza actul de creație. Putem crea într-un mod instrumental și artificial. Desigur mașina de inventat nu a fost încă creată, însă noi putem întrevedea crearea ei într-un viitor apropiat". (Un început a fost deja realizat, de asemenea în România, sub forma sintetizorului de soluții de dispozitive din elemente modulate — sistem Disrom, aparținînd prof. dr. ing. I. Brăgaru).

„Asocierea (sau apropierea) este în exterior, corespondența consonanței interioare. Asocierea lucrurilor din universul fizic este aceea care determină consonanța ideilor universului psihic".

Considerăm că prin prisma concepției consonantiste a lui Odobleja, net superioară celei asociaționiste, iluminarea se produce ca urmare a stabilirii unor consonanțe de mare intensitate între elementele de la nivelul inconștientului sau între elementele inconștientului combinate cu fapte noi de la nivelul conștientului.

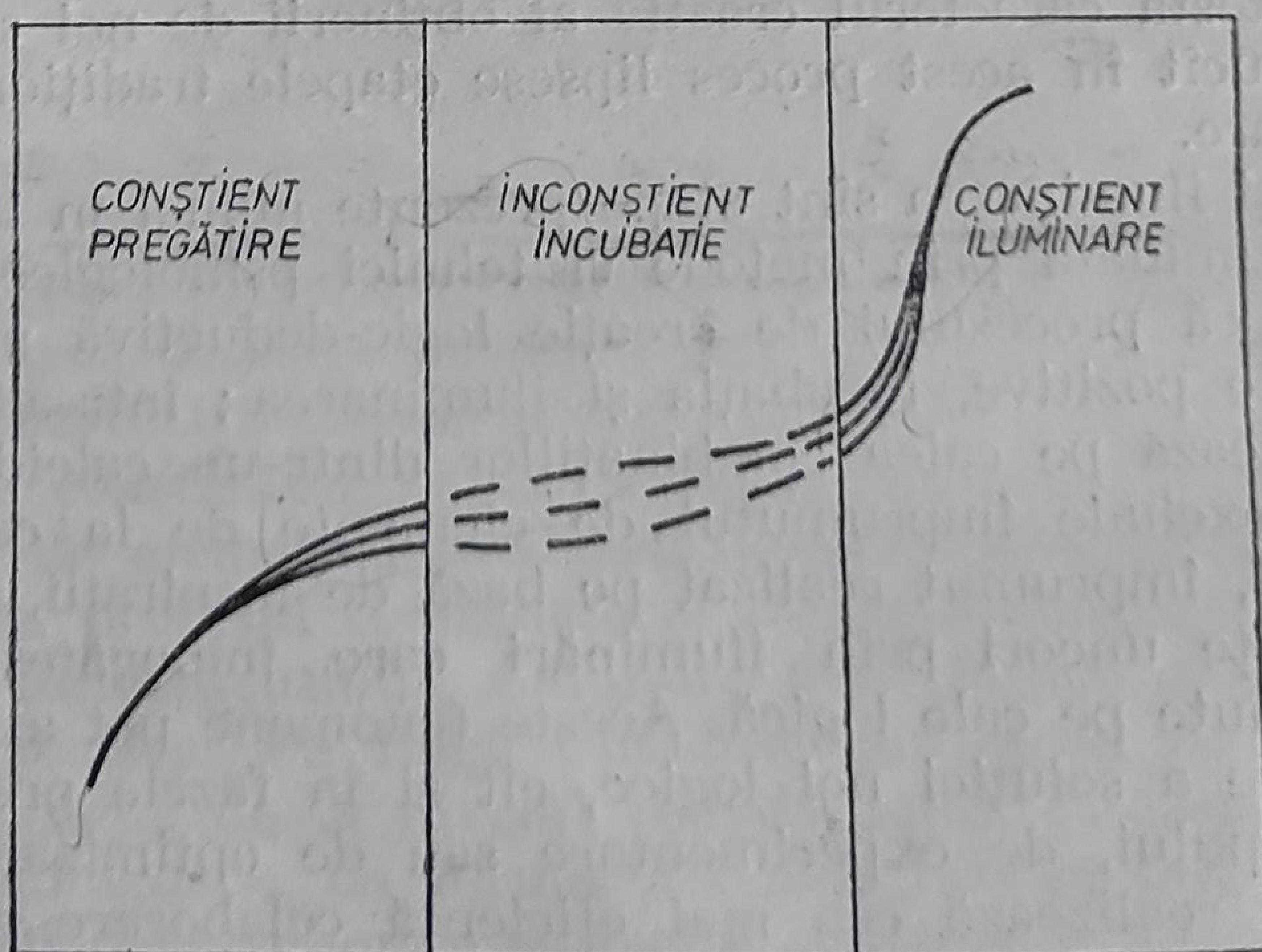


Fig. 3.1.

Din studiul elaborat de Ion Moraru [3] rezultă că toate iluminările se declanşează în zona inconştientului şi că întotdeauna fazele conştiente alternează cu cele inconştiente, reprezentarea grafică tip a progresului (P) în timp (t) fiind materializată de curba din figura 3.1.

După etapa de pregătire, dominată de conştient, urmează etapa de incubaţie, reprezentată prin mai multe linii întrerupte, sugerind multitudinea proceselor de la nivelul inconştientului, finalizată de etapa de conştientizare-iluminare.

În rezolvarea unei anumite probleme de creaţie tehnică, are loc un permanent transfer informaţional reciproc între conştient şi inconştient, un proces de intrări şi ieşiri în ambele sensuri, guvernate de principiul feedback-ului. Procesele combinatorice de la nivelul conştientului soldate fără o soluţie originală viabilă sînt transferate inconştientului, unde posibilităţile coexistenţei în paralel a mai multor procese sînt net superioare celor existente la nivelul conştientului ; frecvent, procesele combinatorice de la cele două nivele coexistă, sînt complementare, cu un du-te vino permanent de la conştient la inconştient şi invers.

„Psihologia actului de creaţie arată I. Biberi [3] [6] presupune o îndelungată acumulare de fapte în stare de veghe, o meditaţie concentrată îndelung asupra aceloraşi probleme, care rămîn nerezolvate în zona vieţii conştiente, îşi continuă subteran elaborarea prin îmbinările creatoare ale subconştientului. Subconştientul primeşte în acest mod un material de la starea de veghe, pe care îl prelucrează şi-l impune mai tîrziu activităţii conştiente, sub formă de soluţie, pe care gîndul vigil o reia, o adînceşte şi o formulează".

Procesele de la nivelul subconştientului sînt alimentate şi combinate cu noi fapte nerelevate în faza conştientă şi, de asemenea, se pot combina cu noi fapte obţinute pe cale conştientă.

Faptul că procesele de la nivelul subconştientului pot conduce la elaborări se poate explica prin următoarele :

— existenţa unui automatism al psihicului, procesele raţionale de la nivelul conştientului, devenind reflexe ale subconştientului ;

— trecerea de la conştient la inconştient se realizează nu numai pentru fapte, ci şi pentru procese, sau chiar programe ;

— sensibilitatea faţă de consonanţe a conştientului se transferă într-o stare ceva mai difuză şi subconştientului.

Iluminarea reprezintă *momentul apariţiei la nivelul combinatoricii subconştientului a unei consonanţe puternice în conformitate cu programul transferat, ceea ce o face să erupă spre zona conştientă a gîndirii.*

Beweridge [3] [7] motivează declanşarea soluţiei de la inconştient spre conştient prin „emoţia succesului". Este probabil că emoţiile creatoare şi sensibilitatea faţă de acestea se transferă şi ele difuz inconştientului, dar emoţia succesului este determinată tocmai de *consonanţa puternică* relevată de Ştefan Odobleja. Însăşi procesul de creaţie este de fapt un proces de producere de noi consonanţe, iar imaginaţia, pe care Albert Einstein o considera mai importantă decît cunoaşterea [8] [9], nu este altceva decît o înlănţuire de consonanţe [5] clare la nivelul conştientului şi difuze la cel al inconştientului.

Ion Moraru consideră că între conștient și inconștient este permanent stabilit un circuit de intercondiționare (fig. 3.2.), conștientul îndeplinind funcția unei instanțe supreme, care prin eforturi convergente validează sau invalidează soluțiile.

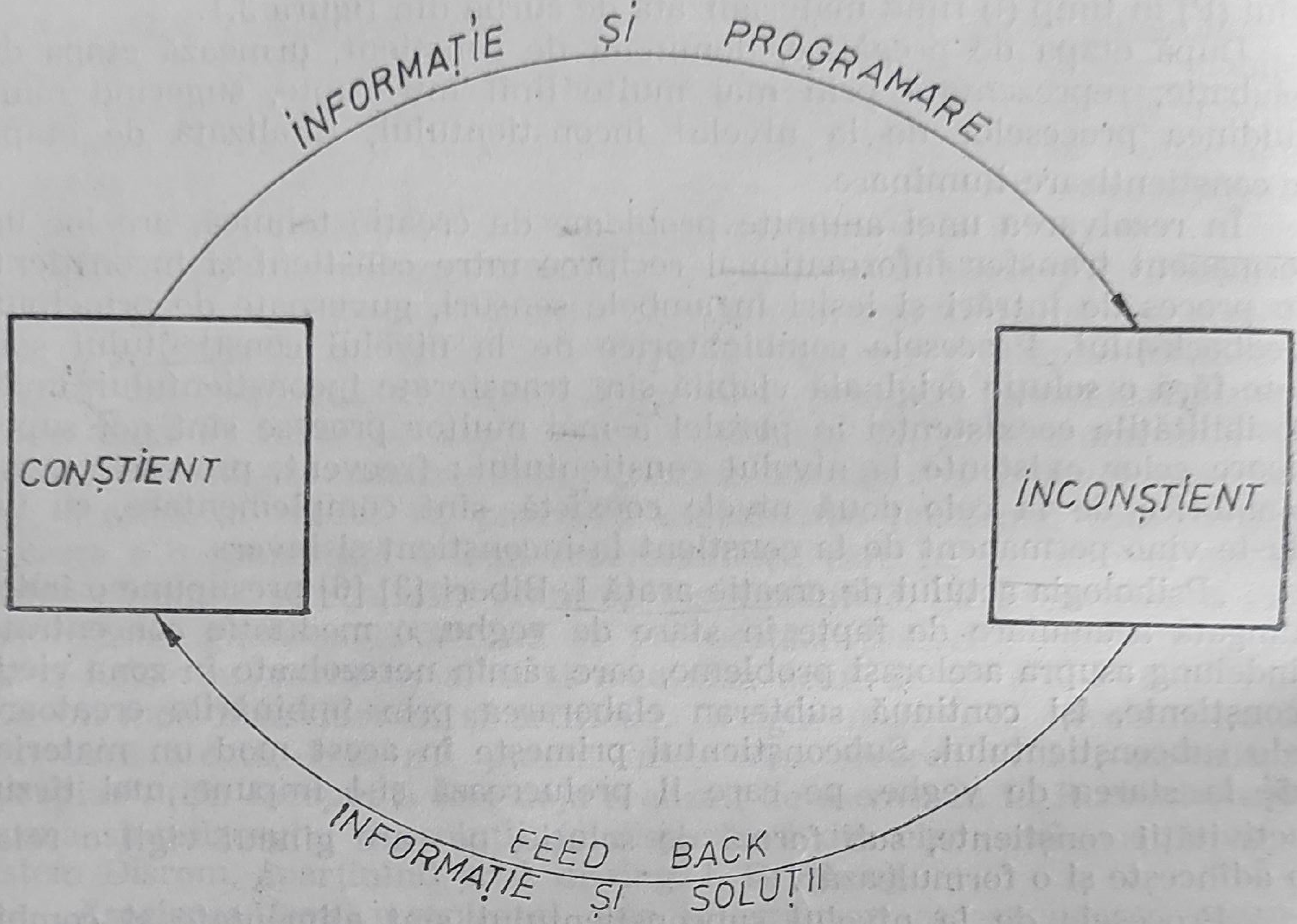


Fig. 3.2.

În cazul unei soluții puternic consonante, aceasta este validată, iar circuitul este încheiat, noua soluție constituindu-se ca un mecanism de închidere a feedback-ului, făcîndu-l inoperant.

Evident că schematizarea din figura 3.2. este cu totul aproximativă, întrucît la nivelul conștientului volumul faptelor și proceselor este redus, pe cînd la nivelul inconștientului este posibilă desfășurarea în paralel a mai multor procese combinatorice simultane. Ca atare ar fi posibilă și existența unor circuite reversibile chiar în interiorul inconștientului, între două sau mai multe procese combinatorice, adevărat cu informații, programări și feedback-uri difuze, care însă, printr-o cantitate net superioară celei suportabile de conștient, pot produce consonanțe puternice, capabile a fi conștientizate.

De asemenea ar fi posibil ca și fără stabilirea unor circuite reversibile între caleidoscopul combinațiilor conștientului și cel al inconștientului, sau între caleidoscoapele paralele ale inconștientului, ci numai pe baza combinatoricii unui caleidoscop singular al inconștientului, în care apare o combinație puternic consonantă, să apară iluminarea.

Toate aceste scheme nu reprezintă însă decît ipoteze, întrucît deocamdată, procesele de la nivelele inconștientului nu sînt abordabile științific-experimental, pentru a se putea produce verificările corespunzătoare.

Prin prisma inventicii practice, a invenției stimulate, este necesară elaborarea unor metode și tehnici de a determina inconștientul să lucreze rapid și eficient, împreună cu conștientul, și sub controlul acestuia. [3].

3.2.4. Etapa de verificare inginerească

Această etapă este caracterizată printr-un efort îndelungat al gîndirii logice convergente în vederea analizării riguroase și a evaluării noii soluții, pentru determinarea corectitudinii tehnice, a aplicativității, eficienței și originalității și presupune parcurgerea unor faze de verificare a purității de brevet, de precizare și modelare a problemei, de proiectare și realizare a modelului funcțional sau a celui experimental, de aplicare a principiilor fizico-matematice și culegerea datelor experimentale, de prezentare a rezultatelor și formularea recomandărilor, urmate în ipoteza unor răspunsuri pozitive de faza de brevetare.

Etapa de verificare inginerească are același conținut, indiferent dacă este vorba de o creație tehnică spontană, stimulată sau realizată în cadrul unui proces logic-combinatoric-determinat și este prezentată detaliat în capitolul 9.

Pentru elaborarea unor metode și tehnici psihologice-intuitive de creație, cărora le este consacrat capitolul 4 al lucrării, este necesar în prealabil să se stabilească obstacolele din fața creației tehnice, în special obstacolele de ordin psiho-gnoseologic.

3.3. Obstacolele de bază în creația tehnică

Procesul de creație spontană sau stimulată este obstrucționat de o serie de obstacole de ordin psihologic, gnoseologic, educațional și tehnic-organizatoric.

Printre obstacolele de ordin psihologic se pot cita : inerția psihologică, rigiditatea funcțională, frica de critică și autocritică, descurajarea, autodescurajarea și timiditatea, influența inhibantă a autorităților din domeniu etc.

Dintre obstacolele de ordin gnoseologic, cele mai importante sînt : necunoașterea procesului de creație, dezvoltarea insuficientă a metodelor și tehnicilor euristice-logice, lipsa de informații, supraspecializarea, necunoașterea tehnicii redactării descrierilor de invenții și a legislației privind proprietatea industrială și implementarea progresului tehnic, precum și abordarea unilaterală a problemei de creație.

Rădăcinile educaționale ale frînării procesului de creație rezidă în special în cultivarea pe toate treptele școlii a gîndirii convergente, de regulă sterilă în generarea spontană sau stimulată de idei.

Obstacolele de ordin tehnic se referă în special la posibilitățile, de cele mai multe ori reduse, ale inventatorului de a-și duce prin mijloace proprii ideea generată în faze cît mai înaintate de valorificare, prin realizarea, experimentarea și optimizarea prototipurilor.

3.3.1. Obstacolele de ordin psihologic

Acest gen de obstacole sînt cele mai importante în creația tehnică spontană și stimulată, dar pierd substanțial din importanță în cazul creației logice-determinate.

3.3.1.1. Inerția psihologică

reprezintă obstacolul principal din calea oricărei creații spontane sau stimulate și este constituită din tendința intelectului uman de a-și păstra neschimbate schemele gîndirii, raționamentele, metodele, din tendința de a merge pe „căi bătătorite", din tendința de a gîndi în același mod — caracteristică minților inflexibile. Ori, printr-o gîndire șablon oricît de metodică și de bine pusă la punct și oricît de eficientă sub aspectul acumulării de cunoștințe și în rezolvarea problemelor curente ar fi aceasta, nu se poate crea ; prin metode și tehnici șablon nu se pot realiza decît obiective tehnice cunoscute. Flexibilitatea gîndirii reprezintă condiția de bază a creativității, care devine maximă atunci cînd metodele logice sînt îmbinate cu cele intuitive, deducția cu inducția, metodele algoritmice cu cele euristice. Inerția psihologică este un rezultat al sistemului de învățămînt ; dacă se acumulează o anumită metodă și aceasta a dat rezultate pozitive în rezolvarea mai multor probleme curente, este natural ca omul să fie tentat s-o folosească și în alte ocazii și de regulă are succes în toate domeniile activității cerebrale cu excepția creației tehnice.

Sugestiv în această privință este exemplul devenit clasic al grupului de probleme privind combinarea capacității a trei ulcioare A, B, C, pentru umplerea celui de al 4-lea D [10] (fig. 3.3).

PROBLEMA	A	B	C	D	SOLUȚIA
1	10	7	5	8	D=A-B+C
2	20	25	11	6	D=A-B+C
3	14	3	2	13	D=A-B+C
4	18	10	7	15	D=A-B+C
5	11	8	6	9	D=A-B+C
6	12	9	7	10	D=A-B+C
7	18	23	9	4	D=A-B+C
8	13	10	8	11	D=A-B+C
9	23	28	14	9	D=A-B+C

Fig. 3.3.

Problema constă în găsirea manevrei celei mai simple pentru umplerea cu ajutorul ulcioarelor A, B, C, a vasului D. Încercînd diferitele combinații pentru problema 1, se găsește soluția :

$$D = A - B + C$$

Cu alte cuvinte, se umplu ulcioarele A și C, din capacitatea acestora se umple ulciorul B, iar ceea ce rămîne asigură umplerea vasului D.

Firesc, soluția este încercată și la problema 2, constatîndu-se și aici valabilitatea relației

$$D = A - B + C$$

Continuînd, se constată, că pentru toate cele 9 probleme rămîne valabilă aceeași combinație : $D=A-B+C$. Aici inerția psihologică ne-a determinat să nu rezolvăm optimal cele 9 probleme ; în virtutea acestui fenomen, nu s-a văzut și o soluție mai simplă pentru problema 9, $D = A - C$. În umplerea vasului D se pot folosi numai capacitățile vaselor A și C, umplînd vasul A, vărsînd cît încape în vasul C, restul reprezentîndu-l capacitatea vasului D. Experimentările cu problema ulcioarelor, efectuate de John Dickson [10] cu studenții politehniști, au demonstrat că aproximativ 25% dintre aceștia dau răspunsul optim și la problema 9, nesupunîndu-se deci inerției psihologice.

S-a constatat că inerția psihologică influențează mai intens dacă problemele trebuie rezolvate repede, sub tensiune, în stare înalt emoțională, sau în stare de frică.

Familiaritatea problemei, obișnuința cu problemele similare, practica îndelungată din domeniu, accentuează inerția psihologică.

Cu toate acestea, împotriva inerției psihologice se poate lupta cu mult succes ; o primă măsură eficientă este *să nu se uite nici un moment de existența acesteia.*

S-a demonstrat practic faptul că, dacă cei care rezolvă problema ulcioarelor sînt avertizați asupra inerției psihologice, asupra necesității de a evita rezolvarea printr-o soluție unică, numărul celor care rezolvă corect toate cele nouă probleme crește substanțial. S-a constatat de asemenea că studenții care au început, din întîmplare, să rezolve grupul de probleme începînd cu problema 9, au ajuns la rezultate corecte, fapt care justifică una din tehnicile intuitive cunoscute de creație — inversia.

3.3.1.2. **Rigiditatea (fixitatea) funcțională**

reprezintă un al doilea obstacol psihologic important în creația tehnică, cauzat de obișnuință. Așa cum arată Alex. Osborn [8] ...„una din cauzele pentru care mulți dintre noi au tendința, înaintînd în vîrstă, de a-și reduce activitatea creativă, să devenim, puțin cîte puțin, victime ale obiceiurilor. Educația și experiența fac să se nască în noi inhibiții, care tind să rigidizeze modul nostru de a gîndi. Și aceste inhibiții reduc în general aptitudinea noastră de a ataca noile probleme deschizînd larg imaginația“.

Acest obstacol, transpus la nivelul personal al creatorului, se manifestă ca o lipsă de flexibilitate, datorită concepţiilor fixiste asupra utilizării obiectelor sau soluţiilor cunoscute. De exemplu, un om dominat de rigiditatea funcţională nu va concepe pentru clema de birou decît o singură funcţie, reunirea într-un ansamblu a cîtorva coli de hîrtie sau desene, cu toate că la fel de bine, clema mai poate servi şi în alte scopuri practice, cum sînt : în calitate de arculeţ, de mijloc de curăţare a pipei, a unghiilor, ca element într-un lănţişor, pentru a găuri hîrtia etc.

Fixitatea funcţională poate fi combătută cu succes prin întrebări de tipul „ce alte utilizări fără modificări ?", „ce alte utilizări cu modificări ?", poate avea obiectul dat.

3.3.1.3. Frica de critică şi autocritică

sau absolutizarea gîndirii convergente reprezintă o a treia cauză importantă a ineficienţei muncii de creaţie tehnică.

Logica, gîndirea convergentă, gîndirea critică, localizată în emisfera stîngă a cortexului şi dezvoltată aproape în exclusivitate pe toate treptele şcolii, determină în mod firesc un puternic autocontrol, care în rezolvarea problemelor algoritmice este salutar şi eficient, dar care reprezintă un obstacol important în faţa procesului de creaţie, de regulă materializat de gîndirea divergentă, localizată în emisfera dreaptă a creierului, foarte puţin antrenată şi, ca atare, puţin dezvoltată.

Frica de ridicol în faţa propriului conştient şi în raport cu semenii reprezintă factorul inhibant principal nu numai pentru desfăşurarea procesului de creaţie, ci chiar şi pentru amorsarea acestuia.

Nu trebuie uitat însă nici un moment că majoritatea invenţiilor aplicate astăzi au apărut la început ca nişte lucruri bizare-absurde.

Mijlocul principal de luptă împotriva acestui factor îl reprezintă tehnica „amînării criticii" sau a „suspendării temporare a acesteia", specifică metodei „brainstorming".

3.3.1.4. Descurajarea, autodescurajarea şi timiditatea

reprezintă factori de mare importanţă în inhibarea procesului creativ spontan sau stimulat. Aşa cum arată Alex. Osborn [8] aproape toată lumea este predispusă de a oferi un duş rece creatorului, demobilizîndu-l ; cu atît mai dăunătoare este autodescurajarea. Exagerarea în sens invers, încrederea deplină în posibilităţile creative, chiar dacă aceasta alunecă spre „teribilismul lui D'Artagnan", nu strică procesului creativ, ci, dimpotrivă.

Timiditatea în creaţie provine în general din îndoiala instinctivă asupra capacităţii creative proprii, denumite sugestiv de Shakespeare „îndoieli trădătoare care ne fac să pierdem binele pe care l-am fi putut cîştiga, din cauza fricii de a încerca".

Timiditatea poate de asemenea constitui un obstacol şi în cazul unui proces creativ demarat ; eşecurile nu trebuie să demobilizeze pe inventator. Se afirmă că însuşi marele Edison accepta posibilitatea eşecului în activitatea euristică.

Acceptarea eşecurilor tactice poate conduce în final la o reuşită strategică ; pentru aceasta însă, inventatorul trebuie să dea dovadă de tenacitate şi perseverenţă. Dacă din cinci încercări de creaţie tehnică numai una reprezintă o adevărată reuşită, cu o substanţială eficienţa tehnico-economică, activitatea de creaţie trebuie hotărît continuată.

În nici un caz nu poate reuşi în creaţie cel care nu încearcă de mai multe ori ; nu trebuie uitat că toţi marii inventatori au dat dovadă de calităţi moral-volitive superioare, ceea ce le-a permis să învingă toate obstacolele din faţa creaţiei şi din faţa promovării acesteia. Unii sînt înzestraţi natural cu aceste calităţi, dar este sigur că ceilalţi le pot obţine atît prin educaţie, cît şi prin antrenament.

3.3.1.5. Influenţa inhibantă a autorităţilor din domeniu

Frecvent inginerii proiectanţi, cercetătorii, studenţii se află în aşa măsură sub influenţa raţionamentelor şi metodelor autorităţilor recunoscute din domeniu, încît admit automat rolul conducător al acestora, fiind astfel lipsiţi de iniţiative euristice.

Prin raţionamente şi metode cunoscute nu se poate ajunge de regulă decît la rezultate de asemenea cunoscute.

Dar nu numai autoritatea specialiştilor şi a oamenilor de ştiinţă este inhibantă ; acelaşi rol îl au şi realizările marilor firme producătoare, recunoscute pe plan internaţional prin calitatea produselor, susţinute ştiinţific şi artistic de reuşite cataloage, prospecte şi reclame. Mulţi inventatori îşi pun aparent justificat întrebarea „Oare mă pot eu măsura cu specialiştii creatori ai firmei..., care au la dispoziţie mijloace net superioare atît în realizarea prototipurilor, cît şi în încercarea, optimizarea şi lansarea în fabricaţie a acestora ?“

Inventatorul trebuie să fie convins că peste tot lucrează oameni ca şi el, iar în ceea ce priveşte calităţile creatoare, acestea pot fi educate, dezvoltate şi stimulate în orice loc.

3.3.2. Obstacolele de ordin gnoseologic

Logica poate avea atît efecte negative, cît şi pozitive, asupra procesului creaţiei spontane şi stimulate, iar în creaţia determinată are rolul de bază.

3.3.2.1. Cunoaşterea insuficientă a procesului de creaţie tehnică

poate constitui o frînă în realizarea de invenţii. Dimpotrivă, cunoaşterea bazelor psiho-gnoseologice, logice, psihosociale şi în special a metodelor şi tehnicilor intuitive de creaţie poate contribui substanţial la creşterea productivităţii creative a inventatorului. Cunoscînd procesul de creaţie, inventatorul poate acţiona astfel încît acesta să se desfăşoare cu maximă eficienţă.

3.3.2.2. Dezvoltarea insuficientă a metodelor şi tehnicilor logice

O bună parte din creaţiile tehnice pot fi realizate nu pe cale intuitivă, ci pe cale logică-deductivă. Această problemă este dezvoltată detaliat în capitolele 7 şi 8 ale lucrării. Dar aşa cum creaţia bazată pe

logică poate fi cu succes completată de cea bazată pe inspirație, tot așa și aceasta din urmă poate fi ajutată și dezvoltată pe calea combinatoricii, a metodelor de căutare morfologică.

Multe din invențiile realizate pe cale intuitivă-spontană sau stimulată ar fi putut să apară și pe cale pur logic-deductivă. Dezvoltarea insuficientă a acestor metode și tehnici a contribuit, considerăm, substanțial la diminuarea activității creatoare a inginerilor și tehnicienilor.

3.3.2.3. Lipsa de informații

poate constitui una din cauzele sterilității în creația tehnică, cunoscut fiind faptul că procesul euristic se bazează pe asocieri, consonanțe, analogii, combinări. Cel lipsit de informații, de elemente, este lipsit de cărămizile din care se clădește — se combină noua soluție.

3.3.2.4. Supraspecializarea

sau informarea exagerată asupra stadiului actual al tehnicii se poate solda cu cementarea unui sistem solid de cunoștințe în domeniu, care, dacă evoluează spre un sistem închis, îl poate ține prizonier pe inventator, frînîndu-l în creație. Excepție fac supraspecializările care conduc la diagrame deschise de idei, la matrici morfologice, sau la obiecte generalizate ale creației, dezvoltate în capitolul 6 al lucrării, destinat prezentării informației și sintezei informațiilor specifice creației tehnice.

3.3.2.5. Necunoașterea tehnicii redactării descrierilor de invenții și a legislației privind proprietatea industrială și implementarea progresului tehnic

pot constitui frîne puternice în activitatea inventatorilor. Toți inventatorii știu cît de greu le-a fost să-și redacteze prima descriere — un act tehnico-juridic foarte pretențios. Cu creșterea numărului de descrieri redactate, timpul consumat pentru aceasta scade, de la cîteva săptămîni, la cîteva ore, redactarea nemaiconstituind un obstacol real în dezvoltarea creației.

Întrucît o adevărată invenție nu este realizată decît în momentul cînd este implementată industrial, este evidentă necesitatea ca autorul să cunoască întreaga legislație, nu numai a brevetării, a protecției proprietății industriale, ci și a implementării progresului tehnic.

Chiar din experiența personală se poate releva cazul primei mele invenții, care, din necunoașterea legislației, n-a fost brevetată, întrucît a apărut inițial într-o revistă de specialitate, fiind ca atare dezvăluită [11].

3.3.2.6. Abordarea unilaterală a problemei de creație

Prin abordarea îngustă, practică, unilaterală a problemei de creație tehnică se înțelege intrarea directă în procesul creativ, fără o pregătire prealabilă, fără o gîndire globală, multilaterală.

Atacarea prematură, directă a problemei de sinteză creativă are un efect profund negativ asupra rezultatelor.

3.3.3. Obstacolele de ordin educațional

Sistemul de învățămînt existent în prezent, pe toate treptele sale, de la preșcolar, pînă la universitar, cultivă aproape în exclusivitate gîndirea convergentă, care, după cum s-a arătat, este în general mai puțin adecvată creației tehnice spontane sau stimulate, care constituie în cea mai mare măsură rezultatul unei gîndiri divergente-combinatoare, a conlucrării eficiente dintre conștient și inconștient.

Dacă în învățămîntul primar și mediu tendința spre absolutizarea gîndirii logice-convergente este în mare măsură justificată de considerentele de ordin metodic și de obiectivul formării unui om cu o temeinică gîndire logică, singura capabilă de a-l călăuzi corect în societate și în profesie, în învățămîntul tehnic superior o astfel de tendință nu este decît parțial justificată.

Sînt frecvente cazurile cînd în cursurile de specialitate, din tendința unei maxime sistematizări, diferitele categorii de utilaje, mașini, scule, dispozitive, aparate, procedee tehnologice, etc. se prezintă sub forma unor sisteme bine puse la punct, dar închise, creînd studentului impresia că aceasta reprezintă ultimul cuvînt al tehnicii în domeniu, că „aici nu mai e nimic de făcut".

Cu cît astfel de sisteme închise de cunoștințe sînt mai bine puse la punct, cu atît carcasa lor devine mai greu penetrabilă pentru creația spontană și stimulată a viitorului specialist. Este adevărat că în creația logic-determinată acest factor are o influență minimă, dar predispoziția generală pentru creație a studentului are mult de suferit. Prezentarea avantajelor și dezavantajelor diferitelor soluții cunoscute, compararea acestora, reprezintă un pas timid spre deschiderea porților creației.

Nu în toate cursurile tehnice generale și de specialitate este prezentă, în prima parte, o fundamentare de ansamblu a soluțiilor prezentate ulterior ; ori este cunoscut că numai partea de pregătire fundamentală este cea care nu obstrucționează creativitatea, ci, dimpotrivă, asigură acea flexibilitate, atît de necesară creatorului de tehnică.

Numai pregătirea de bază asigură curajul inventatorului de a ataca problemele de creație în fondul acestora.

Dar și absolutizarea pregătirii fundamentale are aceleași efecte negative asupra activității de creație, întrucît numai pregătirea practică-tehnologică îi conferă viitorului specialist curajul și siguranța necesare pentru a trece la acțiune, la concretizare, experimentare, optimizare, implementare ; pregătirea fundamentală, ca atare, trebuie armonios îmbinată cu cea practică.

Considerăm că orice curs de specialitate pentru a deveni un sistem științific deschis de cunoștințe trebuie să conțină o parte generală — o teorie proprie — în domeniul dat, altfel acesta nu reprezintă decît o sumă de cunoștințe și își pierde atributul de științific.

Capitolele de specialitate trebuie concretizate prin diagrame deschise de idei, matrici morfologice sau obiecte generalizate, încheiate prin critica stadiului actual al tehnicii din domeniu și conturarea dezvoltării viitoare a acestuia, lucru posibil pentru profesorii titulari, care, prin definiție, trebuie să știe *ce s-a făcut pînă în prezent, care sînt*

lipsurile acestui prezent tehnologic, formulînd temele corespunzătoare de creaţie pentru viitorii ingineri.

Un alt obstacol educaţional îl reprezintă insuficienta pregătire a viitorilor ingineri în domeniul ingineriei valorii — a ştiinţei creării de maxim funcţional cu minim de costuri — obiectiv de bază pentru orice creaţie tehnică.

3.3.4. Obstacolele de ordin tehnic şi organizatoric

Obstacolele tehnice ale creaţiei rezidă în special în posibilităţile în general reduse ale inventatorului de a construi modele funcţionale, prototipuri experimentale, de a-şi perfecţiona şi optimiza soluţia tehnică. O invenţie nu se poate considera pe deplin elaborată decît în momentul implementării industriale — obiectiv pînă la care, de cele mai multe ori, trebuie parcursă o cale lungă, presărată cu multe obstacole, dar în toate fazele trebuind să fie prezent şi inventatorul.

Crearea atelierelor pentru construcţia, experimentarea şi optimizarea prototipurilor, precum şi a atelierelor de microproducţie şi pilotare, pe lîngă institutele de cercetare-proiectare şi filialele acestora, pe lîngă facultăţile sau chiar catedrele universitare de profil, reprezintă mijlocul cel mai eficient pentru învingerea obstacolelor de ordin tehnic-organizatoric, pentru scurtarea drumului de la concepţie la implementarea industrială.

Experienţa catedrei de Maşini unelte şi scule a I. P. Iaşi în care îmi desfăşor de peste 27 ani activitatea a demonstrat convingător acest lucru. Rod al modernizării învăţămîntului tehnic superior, prin integrarea acestuia cu cercetarea, proiectarea şi producţia, catedra devenită o unitate polivalentă, în care se desfăşoară nu numai procesul de instruire, ci şi cel de proiectare, creaţie tehnică, cercetare, construcţie de prototipuri şi microproducţie bazată în exclusivitate pe brevetele proprii, poate asigura o scurtare şi o netezire substanţială a drumului de la concepţie, la valorificarea industrială, întrucît o primă valorificare — cea prin microproducţie pilot, este direct controlată şi dirijată prin cadrele proprii. În felul acesta, inventatorul poate preda marii industrii, nu numai o soluţie concepută, sau un proiect de execuţie, ci un prototip experimental, sau chiar un produs de serie bazat pe noua idee, împreună cu tehnologia de fabricaţie, pilotată în unitatea proprie de microproducţie.

Şansa de reuşită este net superioară. Sînt cunoscute cazuri cînd timpul în care un produs inventat a păşit în producţia de serie s-a redus la numai cîteva săptămîni faţă de termenele obişnuite de 1...4 ani.

Este evident că nestimularea inventatorilor, organizarea insuficientă a comisiilor pentru invenţii din întreprinderile industriale, din cercetare, sau din învăţămîntul superior, poate constitui una din frînele importante ale creaţiei tehnice.

În anii 1967—1975, funcţionînd ca preşedinte al comisiei pentru invenţii a Institutului Politehnic din Iaşi, am propus Senatului şi am obţinut adoptarea unei hotărîri, în conformitate cu care, în aprecierea globală ştiinţifică a unui cadru didactic, o invenţie brevetată avea statutul de cel puţin o lucrare ştiinţifică publicată într-o revistă centrală de specialitate, iar o invenţie înregistrată era echivalentă cu o comu-

nicare la o sesiune republicană. Această măsură, pe deplin justificată, adoptată ulterior și de alte institute de învățămînt tehnic superior din țară, a contribuit la o creștere substanțială a numărului de invenții înregistrate de profesorii și studenții politehnicii ieșene, de la 30—35 invenții, la 120—130 invenții anual.

BIBLIOGRAFIE

1. HILL PERCY — *The Science of Engineering Design.* Holt, Rinehart and Winston Inc. New-York, 1970, Traducere în limba rusă, Editura Mir, Moskva, 1973.
2. FĂCĂOARU CAMELIA — *Aspectele psihologice ale procesului de creație.* Vol. Creativitate 1973, Centrul de informare și documentare în științele sociale și politice, pp. 83—115.
3. MORARU ION — *Un model epistemologic-psihologic al creativității tehnice.* Editura științifică și enciclopedică, București, 1980.
4. KUBIE L. S. — *Psychoanalyse und Genie ; der Schöpferische Prozess.* Rowahlt Taschenbuct Verlag, GMBH, 1966.
5. ODOBLEJA ȘTEFAN — *Psihologia consonantistă.* Editura științifică și enciclopedică, București, 1982.
6. BIBERI I. — *Gîndirea creatoare și fantezia.* Editura Didactică și Pedagogică, București, 1971.
7. BEVERIDGE WI. — *Arta cercetării științifice.* Editura Științifică, București, 1968.
8. OSBORN ALEX. — *L'Imagination constructive.* Dunod. Paris, 1971.
9. MOORE A. D. — *Invenție, descoperire, creativitate.* Editura enciclopedică română, București, 1975.
10. DICKSON R. JOHN — *Design, Engineering. Inventiveness, Analysis and Decision Making.* Mc. Graw Hill Boock-Co 1966. Traducere în limba rusă, Editura Mir, Moskva, 1969.
11. BELOUS V. — *Frînă centrifugală autoreglabilă.* Bul. Inst. polit. Iași, tom. VI, fasc. 3—4, 1960, pp. 345—350.
12. VERONE PIERRE — *Inventica.* Ed. Albatros, 1983.
13. BELOUS V. — *Inventica. Bazele creației tehnice și ale protecției industriale.* Vol. I, Rotaprint, I. P. Iași, 1984.

CAPITOLUL IV

TEHNICILE ŞI METODELE INTUITIVE DE CREAŢIE

Psihologii, preocupaţi de procesul de creaţie, constatînd natura dominant psihologică a obstacolelor din faţa inventatorului, şi-au dirijat în mod firesc eforturile în vederea elaborării unor tehnici şi metode psihologice (intuitive) de creaţie, pe motivul evident că un obstacol psihologic poate fi înlăturat sau atenuat, cel mai eficient, tot pe cale psihologică.

Printre tehnicile mai importante folosite pentru stimularea creativităţii în tehnică, pot fi citate : asocierea, consonanţa, analogia, evocarea, extrapolarea, empatia, inversia şi fantezia, iar dintre metodele de creaţie, se pot cita brainstormingul şi sinectica.

4.1. Tehnicile psihologice de creaţie

Tehnicile de tipul asocierii, consonanţei, analogiei, extrapolării, evocării, empatiei, inversiei sau fanteziei pot fi folosite separat în stimularea creaţiei tehnice, sau se pot combina în cadrul unor metodologii complexe, de tipul sinecticii lui Gordon.

4.1.1. Asocierea şi consonanţa

Asocierea, denumită de Alex. Osborn [1] „Procedeul fundamental pentru producţia de idei" reprezintă o funcţie a intelectului uman care stabileşte legături între imaginaţie şi memorie, în aşa fel, încît o idee o antrenează pe alta. Asociaţia se dezvoltă în special la persoanele cu o puternică energie imaginativă, dublată de cunoştinţe bogate. Cu cît memoria este mai bogată cu atît probabilitatea apariţiei asociaţiilor este mai mare.

Vechii greci considerau că asociaţiile de idei sînt subordonate la trei principii : contiguitate (vecinătate), similitudine şi contrast, principii recunoscute şi astăzi de asociaţionişti.

Ştefan Odobleja [2] consideră pe bună dreptate că factorul selectiv esenţial care provoacă asociaţia este *consonanţa*, definită ca un efect şi cauză de asemănare — efect al asemănării obiective, exterioare, fizice şi cauză a asemănării subiective, interioare, psihologice.

În conformitate cu concepția consonantistă, în procesele de creație fenomenul primordial este *evocarea*, iar cauza acesteia este *similitudi-nea* a cărei intensitate este determinată de rezonanță (consonanță).

Evocarea este un fenomen psiho-dinamic, a cărui direcție, sens și selectivitate sînt determinate de către criteriile de consonanță, sau punctele de vedere ale acesteia.

Evocarea reprezintă „reproducerea unei imagini, provocată de ase-mănarea ei cu o senzație, sau cu o altă imagine în stare de activitate"... „Declanșarea unor vibrații specifice și proprii, într-un rezonator cere-bral sau psihic, de către mecanismul aflat la unison cu un alt rezonator excitator. Fuziunea în același ritm vibrator a două senzații disparate în timp și spațiu. O punere în mișcare a impregnărilor memoriale sub acțiunea unei senzații înrudite" [2].

Pe consonanță se bazează memoria selectivă și apercepția, care re-prezintă „o achiziție selectivă a impresiilor consonante. Prioritate la im-port, a ceva deja știut, cunoscut, recunoscut, a ceva vechi, similar. O selecție prin asemănare... prin care substratul (memoria, masa reprezen-tărilor) alege, printre noile senzații, idei sau reacții, pe acelea care îi seamănă. Selecția prezentului prin trecut, a senzațiilor prin memorie, a noului prin vechi, a dobînditului prin ceea ce a fost moștenit. Reținere selectivă a noului prin consonanțe și atracția vechiului. Atracția (prin magnetismul psihic pozitiv) a senzațiilor care duc la consonanța multor reprezentări și pe măsura intensității acestei consonanțe ; repulsia con-comitentă (prin magnetismul psihic negativ) a senzațiilor care nu duc decît la rezonanța unui număr mic de reprezentări, sau a căror rezo-nanță este puțin intensă". [2].

Prin imaginație, Ștefan Odobleja înțelege „ o stare de consonanță predominantă, o stare de evocare, o înlănțuire de consonanțe (evocări). Evocări multiple, intense, rapide, ușoare, prompte și complexe, de o mare varietate în plan material. Aptitudine (dispoziție) pentru conso-nanță și pentru evocare, *stare de creație*". [2]. Prin prisma aceleiași con-cepții consonantiste, creația este compunerea unor idei noi cu elemente disponibile. „Travaliu modificator asupra materialului (brut sau elabo-rat) existent la un moment dat în interiorul sau în posesia memoriei. Modificare adusă raporturilor reciproce între imagini sau între idei. Producerea de apropieri sau îndepărtări noi și inedite. Relevarea unor asemănări sau de noi deosebiri între imaginile, noțiunile sau lucrurile reprezentate. Stabilirea de noi consonanțe sau de noi disonanțe între idei", iar euristica (inventica) este „știința perceperii sau creării de noi consonanțe între idei, sau între lume și idei. Arta de a gîndi și a in-venta. Știința tehnicii creatoare (tehnica gîndirii). Știința de a mări artificial capacitatea inteligenței, prin stimulente și prin substituiri (gîndire materializată, mecanizată, fizicizată, instrumentală". [2].

Concepția dinamică-dialectică a transformării efectului în cauză și reciproc, consonanța fiind în același timp cauza și efectul evocării, îl face pe Ștefan Odobleja să tragă o concluzie de maximă importanță practică pentru inventică : „pentru a crea, trebuie mai ales dezvoltate procesele. În primul rînd, trebuie exercitată consonanța prin : a clasa, a defini, a traduce, a sintetiza, a rezuma, a imita, a transpune, a pastișa, a compara, a pune în paralel, a compila, a consulta, a corobora" [2].

Este sugestiv exemplul personal redat de autorul brainstormingului, Alex Osborn [1] : „În timpul reflecțiilor mele asupra problemei asociației ideilor, a trebuit să mă duc la un dentist. În timp ce mă prelucra cu freza, mîna mea a atins un mic tub care conducea gazul la becul Bunsen. *Ce cauciuc moale și fin, mă gîndeam, e ca o jucărie de copil*" (o primă asociere avînd drept criteriu consonant catalizator — tușeul).

„Atingerea cauciucului mi-a reamintit cum nemții au simulat apărarea față de invazie a Normandiei prin baloane umflate avînd siluete de vase de război, tancuri și piese grele de artilerie. Această asociație între momelele utilizate cu atîția ani în urmă în Anglia și micul tub, s-a realizat în spiritul meu în mai puțin de o secundă" (această a doua asociere avînd ca element consonant catalizator unic — materialul de construcție, cauciucul).

„Cu cîteva zile mai înainte, m-am dus la un magazin specializat în modele de expunere în vitrine, apoi la un magazin de îmbrăcăminte unde l-am întîlnit pe vitrinierul șef. Ca atare, în mod firesc, în timp ce dentistul își vedea de treabă, cuvintele copil... cauciuc... jucării uriașe... îmbrăcăminte... mi-au traversat spiritul. În consecință m-am întrebat : *în loc de a fabrica manechinul de vitrină din masă plastică grea, atît de costisitoare, la transport și atît de fragilă, de ce nu s-ar fabrica din cauciuc, ceea ce ar permite să fie transportate dezumflate și de a fi reumflate numai în momentul cînd se expun în vitrină*". [1].

Se constată prin urmare un lanț întreg de asociații consonante — de evocări, care au condus la o nouă soluție tehnică — manechinul de vitrină gonflabil, de fapt o reinventare a acestuia, întrucît autorul văzuse cu 10 ani în urmă manechine gonflabile la o paradă a marilor magazine, cu ocazia unei sărbători, dar care rămăseseră la nivelul subconștientului, servind însă drept catalizator consonant al lanțului de asocieri.

4.1.2. Analogia și extrapolarea

Analogia reprezintă o asociere parțial consonantă, dar din punctul de vedere al inventicii reprezintă o tehnică specială, de consonanță căutată, presupusă, un transfer de însușiri, de la un lucru la altul.

Analogia joacă un rol de bază în creația științifică și tehnică, ducînd sub aspect practic la tehnica extrapolării.

Discipline științifice întregi se bazează pe analogie și extrapolare : în acest sens,

— bionica este știința bazată pe analogiile și extrapolările soluțiilor optimizate din natură, în tehnică ;

— fluidica este știința bazată pe analogia și extrapolarea legilor electronicii, ale circuitelor de comandă, în comanda hidraulică ;

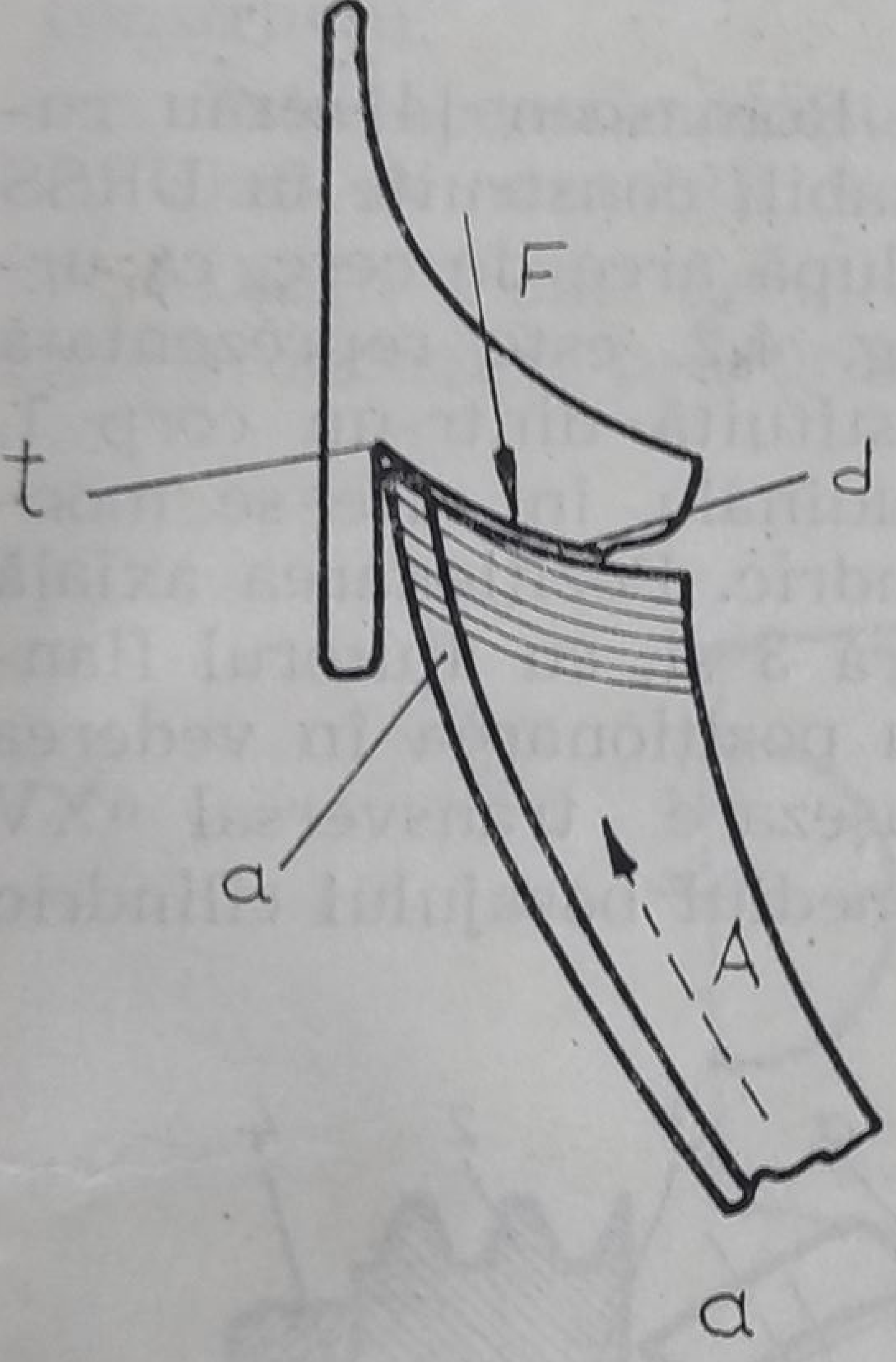
— teoria hidrodinamică a așchierii metalelor la viteze superînalte se bazează pe analogia și extrapolarea legilor curgerii fluidelor la așchierea metalelor etc.

Împrumutul de idei de la soluția analogă mai mult sau mai puțin apropiată reprezintă una din tehnicile de creație cele mai eficiente.

Mare as al analogiei și extrapolării a fost Leonardo da Vinci, inventatorul planorului și al deltaplanului, prin analogie cu soluțiile naturale materializate de sistemele de zbor ale păsărilor.

În domeniul așchierii metalelor și al sculelor așchietoare, în care îmi desfășor activitatea, este cunoscută soluția Ignatiev, de dinte de sculă autoascuțibil, prin extinderea — extrapolarea soluției naturale a dinților rozătoarelor în construcția sculelor așchietoare. Pe baza constatării că dintele rozătoarelor se autoascute în procesul de uzare, ca urmare a diferențierii durității acestuia, duritatea maximă fiind în stratul superficial frontal, dintele de sculă așchietoare cu autoascuțire este placat prin sudură sau prin depunere cu un strat frontal, pe fața de așezare, superficial, dur, de 0,2... 0,5 mm.

Într-adevăr, sub acțiunea forței de deformare F, necesară roaderii (așchierii) morcovului de exemplu, (fig. 4.1.a) se produce numai o uzură a feței de degajare d, sub forma unei scobituri, care rămîne constantă ca formă în timp, eliminîndu-se straturi superficiale succesive, paralele, de formă constantă, în timp ce fața de așezare a rămîne neuzată și, ca atare, tăișul dintelui t rămîne permanent ascuțit (dintele este autoascuțit prin uzură).



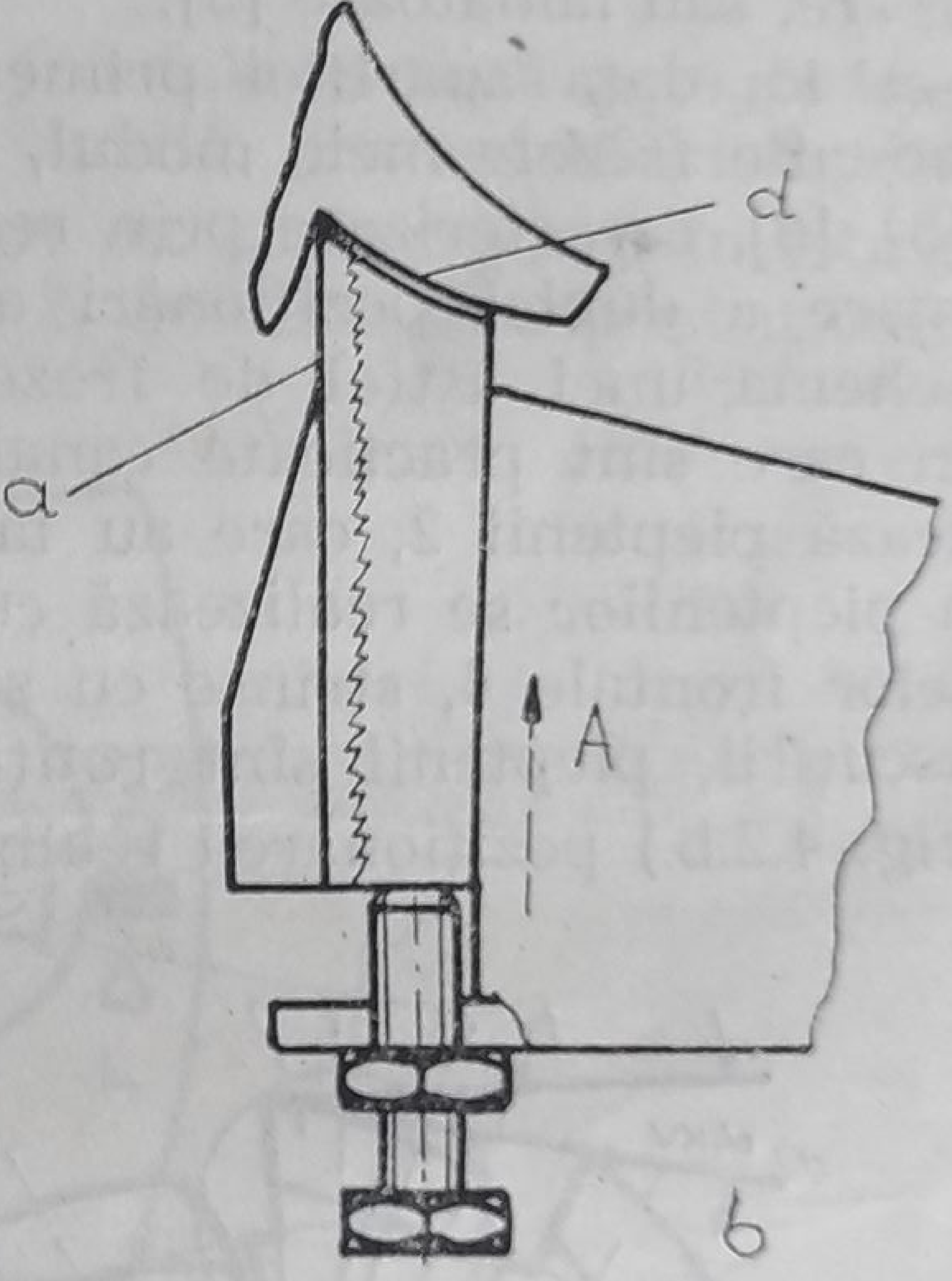


Fig. 4.1.

Analizîndu-se cauza localizării uzurii numai pe fața de degajare, s-a constatat că aceasta rezidă în diferențierea materialului și a durității acestuia pe cele două fețe active ale dintelui, fața de așezare a fiind reprezentată de smalțul dur în timp ce fața de degajare d este mai moale.

Această soluție de diferențiere a durității și rezistenței la uzură a celor două fețe active ale sculei au fost extrapolate și adaptate la construcția dinților sculelor așchietoare (fig. 4.1.b).

Suprafața de așezare a se placheaza prin sudură cu oțel rapid dur, în timp ce fața de degajare d se execută din oțel aliat mai puțin re-

zistent la uzură, sau se depune prin metalizare, carbură dură pe fața de așezare, în timp ce fața de degajare este executată din oțel rapid mai puțin rezistent la uzură. Pentru a reproduce și creșterea și revenirea în înălțime A a dintelui pe măsura uzurii pe fața de degajare, se folosește un șurub de reglare.

Este evident că practicarea analogiei cu soluțiile din natură presupune cunoașterea de către inventator a legilor naturii și, în special, a biologiei și fiziologiei.

Dar și literatura beletristică, folclorul, mitologia și literatura științifico-fantastică pot conduce la analogii și extrapolări. Cîte din viziunile lui Jules Verne nu sînt materializate astăzi și cît de aproape sîntem de realizarea oglinzii miraculoase din Albă ca Zăpada și cei șapte pitici!

Aceasta nu înseamnă însă că un specialist nu poate practica analogia și extrapolarea și în interiorul domeniului său îngust de activitate; într-adevăr, în afară de „analogiile îndepărtate“ prezentate mai sus, sînt posibile și „analogiile apropiate“.

Pe o astfel de analogie și extrapolare apropiată se bazează întregul sistem de scule Romascon, cu ascuțire continuă, constituit din peste 70 de invenții pe care le-am realizat împreună cu colectivul în ultimii 10 ani în domeniul frezelor frontale, unghiulare, de colț, profilate, alezoare, sau lamatoare [3].

La data apariției primei invenții de freză Romascon [4] erau cunoscute frezele melc modul, cu pieptenii demontabili construite în URSS [5], [6], caracterizate prin reascuțire continuă, după arce de cerc, ca urmare a dublei poziționări a pieptenilor. În fig. 4.2. este reprezentată schema unei astfel de freze melc modul, constituită dintr-un corp 1, în care sînt practicate canale cilindrice longitudinale, în care se montează pieptenii 2, care au la bază un corp cilindric. Poziționarea axială a pieptenilor se realizează cu o pană semiinelară 3 și, cu ajutorul flanșelor frontale 4, strînse cu șuruburile 5. Pentru poziționarea în vederea ascuțirii, pieptenii sînt rotiți cu unghiul de așezare transversal α_{XV} (fig. 4.2.b.) poziționarea realizîndu-se prin intermediul bosajului cilindric

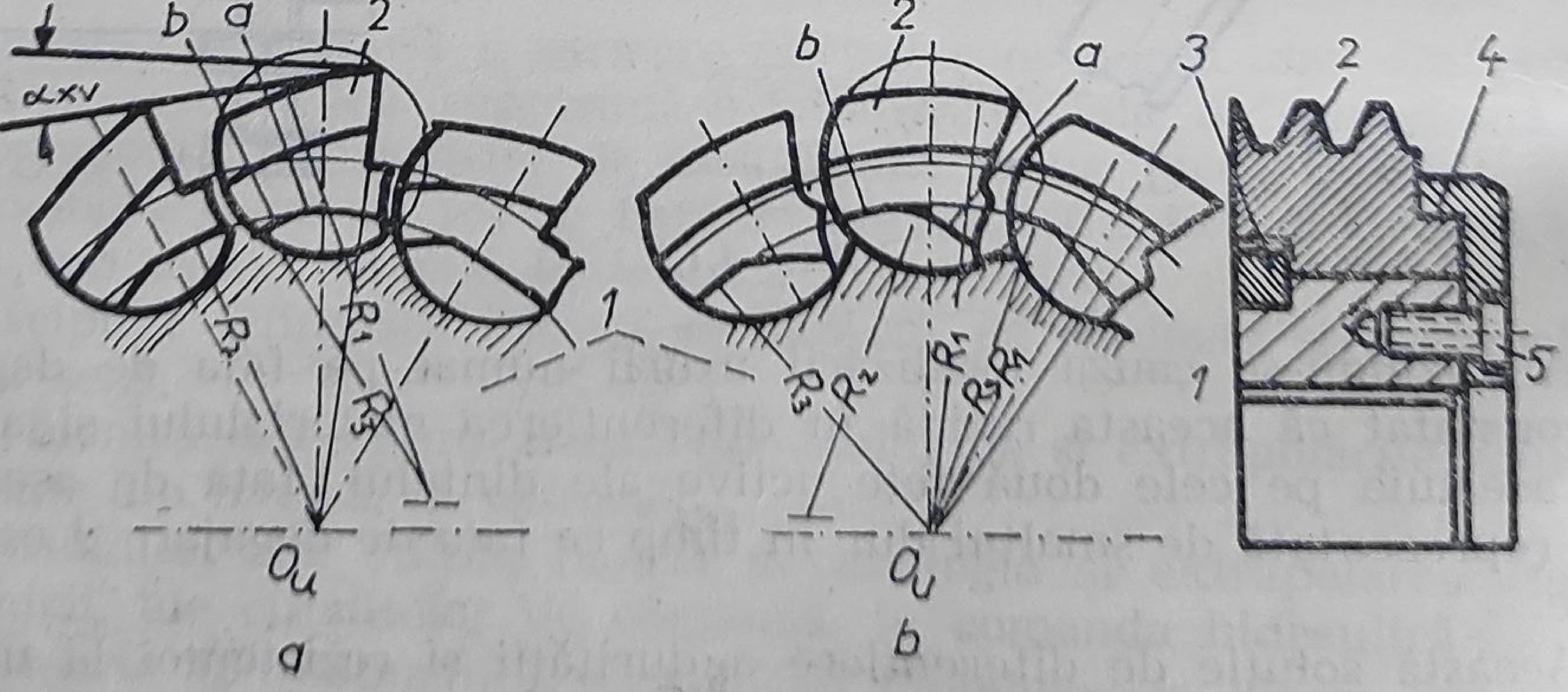


Fig. 4.2.

b, de rază R_3, iar pentru poziția de lucru (fig. 4.2.a), prin intermediul bosajului cilindric a, de rază R_2. Întrucît în poziția de ascuțire supra-

fețele de așezare sînt aduse în niște suprafețe elicoidale obișnuite, nedetalonate, ascuțirea și reascuțirea se reduc la rectificări continue a unor suprafețe elicoidale, pe mașini de rectificat filet, sau pe mașini universale, cu dispozitive de rectificare elicoidale.

Esența acestei soluții era deci dubla poziție a pieptenilor — o poziție de lucru și o poziție de ascuțire, rotită în raport cu prima cu unghiul de așezare impus, ceea ce reducea rectificarea fețelor de așezare la o simplă rectificare elicoidală continuă în locul uneia complicate — discontinue, pe mașini complexe de rectificat-detalonat.

Dar am sesizat că această idee fundamentală de schimbare a poziției dinților pentru ascuțire s-ar putea aplica la toate sculele cu dinți multipli, în special la sculele de tipul frezelor frontale armate (criteriul principal de consonanță fiind productivitatea și comoditatea reascuțirii sculelor cu dinți multipli). Cu cît mai mulți dinți are scula așchietoare, cu atît mai eficientă este extrapolarea acestei idei.

Este evident că însăși extrapolarea poate reprezenta un prim element original într-o nouă construcție și poate constitui o primă revendicare în cadrul descrierii corespunzătoare de invenție ; dar numai extrapolarea este de regulă insuficientă pentru viabilitatea unei invenții, aceasta trebuind dublată de o *adaptare* la condițiile concrete ale noii construcții.

Prin această adaptare pentru o freză frontală armată prin brazare cu dinți demontabili s-a obținut o soluție viabilă, prezentată în fig. 4.3.

Dinții 1 sînt de formă tronconică și sînt poziționați-fixați în locașurile tronconice practicate în corpul frezei 2, poziționarea pentru lucru

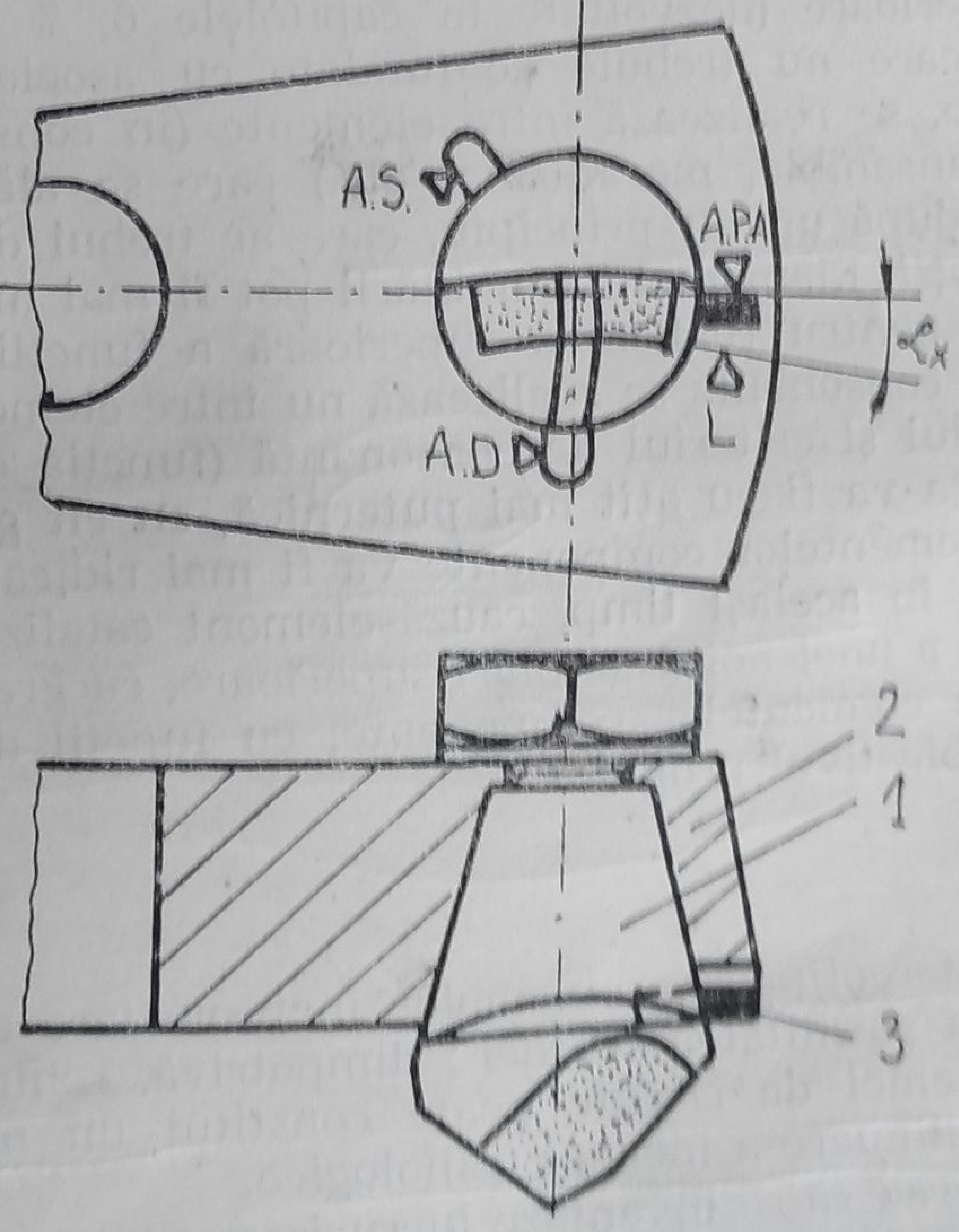


Fig. 4.3.

și pentru ascuțire realizîndu-se prin intermediul unui știft 3, presat radial în dinte și niște suprafețe frezate în partea frontală a corpului, radial în raport cu locașul tronconic.

În poziția de lucru, știftul 3 se poziționează pe suprafața L a canalului, înclinată în raport cu cea opusă APA, corespunzătoare reascuțirii fețelor de așezare principale și auxiliare, cu unghiul de așezare αx impus. Soluția nouă oferă în plus și posibilitatea reascuțirii continue și a fețelor de degajare, știftul fiind amplasat în poziția AD, precum și a celor de așezare secundare, știftul fiind amplasat în poziția AS.

Soluția se aplică astăzi eficient în peste 150 de întreprinderi din țară și a fost extinsă și la alte tipuri de scule așchietoare. De remarcat că, printr-o a doua extrapolare, conf. dr. ing. V. Georgescu a readus-o în domeniul frezelor melc, construind freze melc cu dinți individuali tronconici, cu știft de poziționare, cu noi posibilități de optimizare a poziției relative a tăișurilor, în vederea asigurării unui înalt grad de uniformitate al procesului de frezare a danturii.

Fundamentarea consonantistă a fenomenelor și tehnicilor de asociere, evocare, analogie, extrapolare reprezintă un mare pas pe care l-a efectuat Ștefan Odobleja în transformarea inventicii în știință. Cu toate că visul său de o viață a fost mașina de inventat, Ștefan Odobleja a rămas însă departe de aceasta, întrucît o mașină universală sau specializată de inventat nu va putea fi realizată decît în momentul cînd inventica va fi integral logicizată.

Se pune problema în ce măsură consonantismul poate fi aplicat în logica creației, în creația bazată pe combinatorică, în cadrul căreia, din combinarea unor elemente cunoscute se realizează ansamble cu funcții noi superioare (dezvoltate în capitolele 6, 7 și 8 ale lucrării). Biasamblările (care nu trebuie confundate cu asocierile), precum și multiasamblările, se realizează între elemente (în construcția de mașini — organe, subansamble, mecanisme etc.) care se alătură, nu datorită consonanței, ci după un alt principiu, care ar trebui denumit *principiul complementarității*. Elementele asamblării pot fi mai mult sau mai puțin complementare, pentru realizarea superioară a funcțiilor de ansamblu. De data aceasta, consonanța se realizează nu între elementele formatoare, ci între ansamblul și criteriul de consonanță (funcția căutată a noii soluții). Consonanța va fi cu atît mai puternică, cu cît gradul de complementaritate a elementelor componente va fi mai ridicat. Și în acest caz, consonanța este, în același timp, cauză-element catalizator al căutărilor și efect-realizare a unei noi asamblări superioare, cu grad ridicat de complementaritate a elementelor componente, cu funcții de ansamblu înalt consonante cu obiectivul propus.

4.1.3. Inversia

Abordarea stereotipă a problemelor în proiectare condamnă de cele mai multe ori la sterilitatea în idei ; dimpotrivă, schimbarea unghiului de abordare a temei de creație poate constitui un mijloc eficient de eliminare sau diminuare a inerției psihologice.

Este foarte greu să se inventeze lucruri complet noi și este mult mai accesibil să se găsească soluții noi ca urmare a unui nou mod de abordare

a temei de creație ; din acest adevăr a rezultat tehnica de creație denumită inversie, care constă — în esență —în abordarea inversă a problemei, mijloc principal de eliminare a inerției psihologice, a desprinderii de concepțiile și părerile precedente asupra acesteia. În acest sens, dacă un detaliu este de obicei privit din afară, conform acestei metode, va trebui privit din interior ; dacă de obicei piesa este dispusă orizontal, aceasta va trebui să fie analizată în varianta din poziția verticală, sau înclinată ; dacă piesa A se mişcă în raport cu piesa B fixă, trebuie analizată soluția cu B mobil și A fix etc. Această metodică poate fi deosebit de eficientă, atît în sinteza noilor procedee de generare a suprafețelor, a sculelor corespunzătoare, cît și a noilor mașini unelte, mașini agricole, motoare, utilaje tehnologice, dispozitive etc.

Combinînd tehnicile analogiei, extrapolării și inversiei, am obținut un prim brevet de mecanism de acționare fără motor cu mișcare alternativă [7] urmat de alte 4 brevete derivate.

Obiectivul de bază fiind transformarea mişcării rectilinii alternative de împingere a picioarelor, într-o mişcare continuă de rotație a foii motoare a bicicletei, am folosit analogia cu mecanismul levier oscilant-culisă al șepingului, inversînd rolul mișcării conduse cu cea conducătoare (întrucît la șeping mișcarea conducătoare era o mișcare continuă de rotație, în timp ce mișcarea condusă era o mișcare rectilinie alternativă a berbecului mașinii). Întrucît la bicicletă există două elemente motoare, mecanismul a fost conceput ca un mecanism dublu, obținîndu-se brevetul pentru mecanismul denumit levier oscilant culisă dublu invers (LOCDI) devenit ulterior, prin profilarea levierului, în vederea asigurării posibilităților de optimizare a mișcării, mecanism levier oscilant culisă dublu invers profilat (LOCDIPROM) utilizat cu succes pe bicicletele de oraș, pe pedicare, și pe bicicletele de curse.

Așa cum s-a arătat în cadrul grupului de 9 probleme de combinare a capacității ulcioarelor din capitolul 3 (fig. 3.3.) s-a constatat că cei care inversează ordinea rezolvării problemelor, începînd cu ultima problemă și terminînd cu prima, găsesc de regulă corect soluția de ansamblu, reușind să evite inerția psihologică.

Tehnica inversiei presupune folosirea întrebărilor de tipul : care sînt elementele contrare ?... de ce nu s-ar înlocui pozitivul cu negativul ?... de ce de jos în sus și nu de sus în jos ?... de ce orizontal și nu vertical ?... de ce să nu abordăm problema de la final, în loc s-o abordăm cu începutul ?... de ce de la general la particular și nu invers ?... de ce să nu se amplaseze la capătul opus ?

Răspunzînd la această din urmă întrebare, Hove a putut inventa mașina de cusut care-i poartă numele și la acul căreia, orificiul nu este amplasat ca de obicei, posterior, ci invers, chiar în vîrf [1].

Pe tehnica inversiei s-a bazat și inventarea procedeului tehnologic, prin care Henry Kaiser a reușit în timpul celui de al II-lea război mondial să accelereze construcția navelor, atacîndu-le „de sus în jos“ în loc de procedeul clasic „de jos în sus“ mărind în special productivitatea sudorilor care nu mai erau nevoiți să lucreze în condiții neergonomice, cu fața orientată în sus [1].

Răspunzînd la întrebarea, de ce de sus în jos și nu invers, Gene Commery de la Fabrica de becuri General Electric a inventat iluminatul indirect [1].

4.1.4. Empatia

În relațiile umane, prin empatie se înțelege substituirea psihicului omului cu cel al interlocutorului său, starea cînd trebuie să ne transpunem în situația altcuiva.

În inventică, prin analogie, tehnica empatiei constă în substituirea inventatorului cu obiectul creației și analizarea temei și posibilităților de rezolvare din acest nou punct de vedere. În cazul proiectantului creator de mașini sau utilaje, empatia este substituirea acestuia cu însăși mașina sau utilajul proiectat. Este sugestiv în acest sens, exemplul redat în lucrarea lui John Dickson [8]. Unui inginer i s-a încredințat proiectarea utilajului pentru scoaterea miezului nucilor din coajă, fără deteriorarea acestuia, pe o bandă de fabricație a conservelor. Rezolvarea elementară, prin spargerea mecanică a coajei nu era posibilă, întrucît în ipoteza unei forțe de lovire corespunzătoare cojii celei mai tari, miezurile nucilor mai moi s-ar strivi, iar dacă forța de lovire ar corespunde nucilor celor mai moi, nucile tari nu s-ar sparge.

Folosind tehnica empatiei, inginerul s-a substituit cu miezul de nucă, aflat în captivitatea cojii dure și a analizat situația din acest nou punct de vedere: „trebuie să ies din întunericul acesta, spărgînd coaja pe dinăuntru, dar pentru aceasta nu am mijloace proprii (evident miezul de nucă nu are calități energo-motoare) și ca atare va trebui să fiu ajutat din afară. Pentru aceasta însă, trebuie realizată o comunicare cu exteriorul, comunicare posibilă numai prin practicarea unei găuri în coajă (o primă idee tehnică — găurirea cojii). Întrucît eu nu mă pot mișca, eventualele unelte mecanice introduse prin orificiu nu mi-ar fi de ajutor și ca atare trebuie realizată o presiune dinspre interior spre exterior pe altă cale"; de aici pînă la ideea injectării unui fluid, sau chiar a aerului comprimat (a doua idee tehnică de bază) n-a mai fost decît un pas.

Este evident că și tehnica inversiei ar fi putut duce la un rezultat similar, inversia și empatia fiind înrudite.

4.1.5. Combinarea

Așa cum arată Alex Osborn [1] majoritatea ideilor noi apar prin combinare, în așa măsură, încît sinteza este în general considerată ca însăși esența creativității. Folosirea combinării ca tehnică intuitivă de creație presupune punerea și răspunderea la întrebări stimulative de tipul: ce idei s-ar putea combina?... dacă am realiza un aliaj?... dacă am realiza un amestec?... dacă am combina însăși obiectivele (atributele) creației?... ce materiale s-ar putea combina?... ce mișcări s-ar putea combina?

Pneul actual al mașinilor de transport reprezintă rezultatul unui șir întreg de invenții, pe parcursul a peste 90 de ani, început prin însăși inventarea principiului roții pneumatice de către Dunlop și continuată cu o serie de înnoiri pe baza structurii cauciucului folosit, în care s-au introdus substanțe care întîrzie îmbătrînirea acestuia, măresc rezistența la uzură abrazivă, sau care se îmbină mecanic cu o țesătură, la început din bumbac, apoi din mătase artificială, urmată de nylon, iar astăzi și cu fibre din oțel.

Combinația ca metodă intuitivă de creație servește atunci cînd numărul de elemente formatoare este redus; în caz contrar, combinația devine element de studiu pentru combinatorică, devine o tehnică analitică de căutare morfologică, căreia îi este destinat capitolul special de bazele logice-combinatorice ale inventicii.

4.1.6. Modificarea-ameliorarea-dezvoltarea

Așa după cum o bună parte din invenții reprezintă combinații noi de elemente cunoscute în ansamble cu funcții superioare, o altă bună parte nu reprezintă decît modificări-ameliorări-dezvoltări ale celora din prima categorie.

La fiecare 5 brevete eliberate, 4 nu reprezintă decit perfecționări ale unor idei deja brevetate.

Stimularea în vederea aplicării acestei tehnici se realizează prin formularea și răspunsurile la întrebări de tipul : ce se poate modifica ?... ce se poate ameliora ?... ce se poate dezvolta ?... căror elemente li se poate modifica forma sau dimensiunile ?... cum se poate reduce greutatea ?... cum se poate îmbunătăți aspectul comercial ?... ce i se poate adăuga ?... ce se poate multiplica ?... ce se poate reduce ?... ce se poate înlocui și prin ce ?...

De cele mai multe ori, de la apariția ideii de bază, a invenției pilot, se înregistrează în timp o întreagă serie de invenții complementare, invenții a căror rol este de a dezvolta, de a pune în maximă valoare, de a pune la punct invenția de bază.

Mulți inventatori dau greș, ignorînd acest adevăr, nedesfășurînd o muncă perseverentă pentru perfecționarea și punerea la punct a propriilor lor invenții.

Eficientă în sensul dezvoltării este și întrebarea : ce alte întrebuințări poate avea ?

Foucolt, inventînd în 1852 giroscopul, i-a dat o singură destinație : demonstrarea mișcării de rotație a pămîntului. Dezvoltînd mult mai tîrziu ideea poziției constante a planului de oscilație, sau de rotație, Elmer Sperry a inventat girocompasul, fără de care astăzi nu este de conceput navigația, aeronautica și astronautica.

Puterea aburului a fost utilizată încă în Egiptul antic, 120 de ani î.e.n., este adevărat pentru acționarea unei jucării. Poate omenirea n-ar fi fost lipsită de serviciile mașinilor cu abur mai mult de 16 secole, dacă unul dintre gînditorii egipteni și-ar fi pus întrebarea „Ce alte întrebuințări i s-ar putea da forței aburului ?... Cum ar trebui utilizat aburul pentru a economisi munca umană ?..." [1] și ar fi dat răspunsul creator la aceasta.

4.1.7. Tehnica input-output (a intrărilor și ieșirilor)

Această tehnică a fost inițiată și dezvoltată de către General Electric Company din SUA [9] și se poate aplica acolo unde se cunoaște atît fenomenul sau procesul de intrare-input-ul, cît și cel de ieșire-output-ul, care reprezintă de fapt rezultatul final dorit, obiectivul problemei, criteriul de consonanță.

Tehnica poate fi înțeleasă prin următorul exemplu din tehnologia construcțiilor de mașini. Tema de creație : să se găsească soluția pentru evitarea creșterii exagerate a uzurii burghiului elicoidal, a apariției uzurii catastrofale și a ruperii acestuia. Trebuie răspuns în primul rînd la întrebarea „cum se manifestă creșterea exagerată a uzurii burghiului ?" Pe baza legilor fizicii așchierii metalelor și a legilor uzurii sculelor așchietoare, creșterea uzurii pe fața de așezare conduce la creșterea forțelor normale pe aceasta, la creșterea forței axiale pe burghiu, la creșterea forțelor de frecare pe fața de așezare, a momentului de burghiere, însoțită de autooscilații torsionale, manifestate sub forma cunoscutului „scrîșnet" al burghiului. În al doilea rînd se pune întrebarea dacă vreunul din acești factori se poate folosi pentru realizarea output-ului. Este evident că atît modificarea forței axiale, cît și modificarea momentului de torsiune sau a zgomotului reprezintă modificări de mărimi fizice sesizabile prin intermediul unei aparaturi adecvate dinamometrice, sau sonometrice, care pot declanșa oprirea automată a procesului de burghiere. Soluția practică pentru a realiza aceasta va constitiui output-ul.

Tehnica input-output-ului, prin modul de punere a problemei, ține mai mult de logica creației, fiind destinată specialiștilor creatori, singurii care o pot aplica, dar în procesul de rezolvare trebuie îmbinată cu celelalte tehnici intuitive, prezentate anterior.

4.1.8. Tehnica listelor interogative de verificare Osborn

Și această tehnică reprezintă o încercare de logicizare a tehnicilor intuitive ale inventicii și se bazează pe elaborarea unei liste sintetice de întrebări, care să pună în valoare tehnicile intuitive de tipul asocierii, analogiei, extrapolării, inversiei, empatiei, combinării, modificării, ameliorării și dezvoltării.

O listă tipică pentru construcția sculelor așchietoare este următoarea :

1. *ce alte utilizări ar putea avea ?* (diversificarea utilizărilor, noi utilizări fără modificări, noi utilizări prin adaptări etc.)

2. *ce adoptări s-ar putea opera ?* (cu ce se aseamănă, ce altă idee sugerează, dacă există vreun precedent, dacă există ceva similar de unde se poate extrapola vreo soluție etc.).

3. *ce modificări exterioare s-ar putea opera ?* (schimbarea formei de ansamblu, ergonomizare, schimbarea culorilor, a tratamentelor superficiale, a tehnologiilor de finisare etc.).

4. *ce modificări cantitative s-ar putea opera ?* (mărirea rezistenței mecanice, mărirea durabilității, reducerea forțelor și momentelor de așchiere, reducerea prețului de cost, creșterea tehnologicității etc.).

5. *ce s-ar putea înlocui ?* (alte materiale mai ieftine, alte materiale mai durabile, altă tehnologie de restabilire a calităților așchietoare, altă schemă de reascuțire, alt regim de așchiere, altă schemă de repartiție a adaosurilor de prelucrare pe tăișurile sculei, alt sistem de poziționare-fixare etc.).

6. *ce alte moduri de amplasare reciprocă a reperelor s-ar putea utiliza ?* (pas variabil, ieșiri frontale variabile, amplasare în zig-zag, amplasare în scară, folosirea liniilor elicoidale etc.).

7. *ce s-ar putea inversa ?* (inversarea sensului avansului, transformarea penei directe în pană inversă, folosirea șuruburilor pe stînga, inversarea mișcărilor între sculă și piesă etc.).

8. *ce s-ar putea combina ?* (folosirea plăcuțelor nerecuperabile și ca plăcuțe reascuțibile, combinarea mai multor materiale în structura unei scule, combinarea mai multor scule elementare de același tip sau de tipuri diferite etc.).

Întocmirea listelor interogative de verificare este deosebit de eficientă în special sub aspectul învingerii inerției și barierelor psihologice și poate fi combinată cu succes cu alte metode de sinteză intuitive sau logice-analitice.

4.2. Metode psihologice de creație

Metodele intuitive sau psihologice de creație reprezintă îmbinări ale tehnicilor intuitive de creație, în vederea sporirii eficienței aplicării acestora și, în același timp, mijlocul cel mai eficient pentru învingerea sau atenuarea inerției și a barierelor psihologice. Cele mai cunoscute și verificate metode intuitive ale inventicii sînt : brainstormingul sau asaltul creierelor și sinectica sau metoda asocierii libere.

4.2.1. Brainstormingul (metoda Osborn) sau asaltul creierelor este o metodă intuitivă, eficientă, pentru generarea în grup a ideilor și a fost elaborată încă în anul 1938 de către prof. Alex. Osborn, prorectorul Universității din Buffalo — S.U.A. și fondatorul Institutului de creație tehnică. Această metodă își are originile într-o metodă similară folosită în India, cu peste 400 de ani în urmă, ca metodologie pedagogică denumită „Prai-Barshana", Prai însemnînd în afară de voi înșivă, iar Barshana însemnînd problemă, metodă care nu admitea nici discuții nici critică.

Prin analogie, brainstormingul reprezintă o deliberare creativă, cu singurul scop de a genera și a alinia o serie de idei care pot servi ca orientare pentru soluționarea tehnică a problemei în discuție.

Această metodă de creație intuitivă în grup nu trebuie considerată ca un procedeu complet pentru rezolvarea problemelor tehnice, ci numai ca una din activitățile multiple care conduc la descoperirea și concretizarea ideilor noi, ca o simplă etapă în rezolvarea creativă integrală a problemelor tehnice ; forța brainstormingului se manifestă în special prin multitudinea ideilor emise în unitatea de timp și originalitatea acestora.

4.2.1.1. Principiile de bază ale brainstormingului

Ședința de creație în sistemul brainstorming se bazează pe două principii fundamentale :

— amînarea criticii (amînarea evaluării) ;

— necesitatea elaborării cîtor mai multe idei, pe principiul transformării cantității în calitate.

În afară de aceste două principii de bază, trebuie respectate și alte reguli, printre care principalele două sînt :

— se încurajează și ideile aparent ieșite din comun, la prima vedere de-a dreptul bizare, dar care adesea, analizate inginerește, pot deveni deosebit de eficiente ;

— se stimulează combinarea și îmbunătățirea ideilor, pe principiul evocării și asocierii, formularea unor idei generate atît din gîndirea personală cît și din cea a celorlalți membri ai grupei.

4.2.1.1.1. *Principiul amînării criticii și autocriticii* (principiul evaluării amînate).

Acest principiu este cunoscut de multă vreme ; în 1788, Frederich Schiller susținea într-o scrisoare către un prieten care se plîngea de sterilitate în idei [1] „Rațiunea plîngerii dumneavoastră se găsește se pare în constrîngerea pe care inteligența o impune imaginației... Luată izolat, o idee poate fi total nesemnificativă sau chiar extrem de riscantă ; dar ea își poate găsi importanța într-o idee care succede. S-ar putea ca anumite apropieri cu alte idei care ar apare la fel de absurde, să fie capabile de a ne furniza iluminări foarte utile... ...În cazul unei minți creatoare, mi se pare că inteligența și-a retras paznicii de la ușile pe unde ideile inundă într-o dezordine totală, pentru a nu proceda decît după aceea la examinarea și controlul acestora în cadrul ansamblului. În schimb dumneavoastră, demni critici — sau altceva ce vă considerați — roșiți și tremurați în fața nebuniei momentane și pasagere, care se găsește la toți adevărații creatori și a cărei durată mai mult sau mai puțin scurtă îl distinge pe artistul care gîndește de visător.

Iată de ce vă deplîngeți sterilitatea ; pentru că eliminați prea devreme și pentru că, de asemenea, judecați cu prea multă severitate" [1].

În procesul de căutare a ideilor, critica trebuie amînată, gîndirea trebuie să fie divergentă, cea convergentă fiind temporar suspendată, lucru deosebit de dificil și care presupune un antrenament îndelungat. „Imaginația trebuie lăsată dintîi să se avînte pînă în înaltul cerului, pentru ca apoi să revină pe pămînt cu ajutorul gîndirii critice" [1].

„Dacă veți încerca să obțineți în același timp, de la același robinet, apă caldă și apă rece, nu veți avea decît apă călduță. Dacă încercați să criticați și în același timp să creați, nu veți reuși nici să criticați cu sînge rece, nici să generați idei cu suficientă căldură" [1].

Studiile comparative efectuate în S.U.A. privind producția de idei în grup și individuală, cu și fără amînarea criticii, au demonstrat că în cadrul creației în grup amînarea criticii determină o creștere cu peste 70% a ideilor utile în unitatea de timp, iar pentru creația individuală, o creștere de peste 90% [1].

4.2.1.1.2. *Principiul asigurării calității prin cantitate*

Numai elaborînd o foarte mare cantitate de idei în lanț avem șanse de a ajunge și la o idee nouă viabilă, eficientă ; așa cum arăta Alfred North Whitehead : „Noi trebuie să culegem toate noile perspective, toate ocaziile de a întrevedea noi combinări și să le supunem

pe fiecare la un examen imparțial. Este foarte probabil ca în 999 de cazuri dintr-o mie nu va rezulta nimic, fie pentru că ideea nu valorează nimic, fie pentru că noi nu știm s-o punem în valoare ; dar avem interesul să le culegem pe toate, chiar și cu scepticism, întrucît cea de a mia idee ar putea fi cea care va transforma lumea“ [1].

Statistic s-a demonstrat nu numai faptul că probabilitatea elaborării unei idei eficiente crește rapid cu cantitatea totală a ideilor elaborate, ci și faptul că, de regulă, ideile viabile nu apar printre primele idei elaborate și că dublînd numărul de încercări, numărul de idei viabile crește cu mai mult de două ori ; în a doua jumătate din totalul ideilor elaborate se regăsesc cu peste 75% mai multe idei utile decît în prima jumătate.

Alex. Osborn [1] citează un exemplu edificator în acest sens : punîndu-se problema de creație — redresarea rapidă a legăturii telefonice pe o distanță de peste 1 000 km, în ipoteza depunerii de gheață pe cablu — soluția folosirii pentru digivrare a suflului vertical al unui elicopter care s-ar deplasa în lungul liniei (verificată în prealabil, dar necunoscută de către subiecți) a fost formulată numai ca a 36-a idee. În acest fel, dacă grupul de creație s-ar fi oprit la primele 10, 20 sau 35 idei, n-ar fi căzut peste ideea eficientă. De altfel, în conformitate cu o cunoscută zicală românească „mintea cea de la urmă este cea mai bună“.

Marea cantitate de idei se realizează rapid în ședințele de grup, întrucît capacitatea combinatorică, asociativă și de consonanță a grupului este net superioară celei a individului ; o idee emisă de un membru al grupului poate produce prin consonanță noi idei ale celorlalți membri — scînteia produsă de un creier va face să se producă prin ricoșare altele, ca într-un foc de artificii, ca într-o reacție în lanț.

4.2.1.2. Desfășurarea ședinței de creație în cadrul brainstormingului

Ședința de brainstorming se desfășoară prin respectarea riguroasă a celor două principii de bază expuse anterior și a regulilor de încurajare a ideilor ieșite din comun, „năstrușnice“, precum și a combinării, evocării, asocierii și elaborării unor idei derivate din cele proprii sau ale membrilor grupului.

Aceste principii și reguli sînt prezentate de conducătorul grupului de creație într-o manieră cît mai sugestivă, mai vie și sînt afișate sub formă de tabel pe peretele sălii de ședință.

Compoziția optimă a grupului presupune un conducător, 1—2 secretari, 5 membri cu o bogată experiență în brainstorming și 4—5 invitați speciali, funcție de natura problemei de creație.

Conducătorul grupului trebuie să posede suficientă experiență, să fie antrenat în conducerea abilă a ședinței de creație și chiar să elaboreze și o listă personală de sugestii pentru soluționarea problemei, astfel încît în ipoteza unei crize de idei, să poată interveni pentru canalizarea discuțiilor.

Ședința trebuie în prealabil pregătită prin analizarea problemei, iar dacă aceasta este prea generală, se procedează la fragmentare. Membrii grupului sînt înștiințați cu 2 zile înainte de ședință asupra datelor problemei, expuse în scris pe cel mult o pagină dactilografiată.

Se lasă în felul acesta un timp pentru incubaţie şi pentru elaborarea primelor asocieri, participanţii putîndu-se prezenta cu o serie de idei scrise, dar fără a avea dreptul să le citească una după alta în şedinţă (pentru a nu întrerupe lanţul de asocieri — evocări ale întregului grup).

Este utilă, de asemenea, în vederea animării şi stimulării noilor idei, prezenţa în faţa conducătorului grupului a unei liste interogative de verificare Osborn, prezentate în paragraful 4.1.8.

Şedinţa începe prin prezentarea temei, a unor date suplimentare, reamintirea celor patru principii şi reguli de bază şi notarea celor care doresc să facă propuneri. În ipoteza că toţi doresc acest lucru, este suficient să se dea cuvîntul pe rînd fiecăruia, făcînd înconjurul mesei. Pentru stimularea asocierii libere şi dezvoltării unor idei emise deja în şedinţă, cel în cauză trebuie să facă şi un semn suplimentar, pe lîngă ridicarea mîinii, de exemplu să pocnească din degete.

Secretarul notează şi numerotează ideile, astfel încît conducătorul să aibă mereu în faţă atît ordinea, cît şi numărul de idei emise, pentru stimularea participanţilor, formulînd fraze de forma: „să încercăm să mai emitem măcar încă 10 idei", „să încercăm să atingem suta", „fiecare să emită cel puţin cîte încă o idee pînă la sfîrşitul şedinţei" etc. Nici o idee nu este botezată cu numele celui care a emis-o, întrucît este posibil că ea ar fi putut fi emisă şi de un alt membru al grupului, sau să provină din asocierea cu o idee emisă anterior de altcineva din grup.

Ideile trebuie formulate cît mai concis, de regulă printr-o singură frază, pentru a putea fi notată. Pentru uşurarea notării şi numerotării, se pot folosi doi secretari, unul notînd răspunsurile cu număr impar, iar celălalt pe cele cu număr par.

Durata optimă a unei şedinţe este de 30—45 minute, ritmul elaborării ideilor crescînd net în a doua parte a şedinţei.

Dintre ideile emise, numai o mică parte se pot dovedi practic-eficiente. „Există (afirmă prof. John Arnold [1]) puţine idei care să fie practice prin ele însele; dacă ele conduc la un eşec, este pentru că imaginaţia n-a mai lucrat pentru aplicarea lor în aceeaşi măsură în care a concurat la generarea lor. Metoda creativă nu trebuie să se limiteze la sugestii; *ideile nu sînt pentru aceasta decît o trambulină*".

Iată din ce cauză, după lăsarea unei zile pentru incubare şi analiză personală a ansamblului ideilor emise, conducătorul grupului solicită telefonic de la participanţi, a doua zi, eventualele idei noi apărute. Se citează frecvent cazuri cînd aceste idei suplimentare au fost net superioare celor emise în prima şedinţă de brainstorming.

4.2.1.3. Evaluarea şi selectarea ideilor

Pentru pregătirea evaluării şi selectării ideilor trebuie parcurse următoarele operaţii preliminare:

— secretarul echipei pregăteşte o listă dactilografiată la trei rînduri a tuturor ideilor sugerate, atît în timpul cît şi după şedinţă;

— conducătorul grupului verifică lista, asigurîndu-se că fiecare idee a fost expusă concis şi clar şi clasifică pe categorii logice ideile emise (de regulă 5—10 categorii);

— lista obținută este apoi trecută prin ciurul evaluării pentru a selecta sugestiile cele mai fecunde.

Rolul ciurului îl joacă, cel puțin în tehnică, o echipă competentă posedînd un spirit critic mai sigur și mai obiectiv, apelînd nu numai la specialiști, ci și la cei care au responsabilități directe în rezolvarea problemelor similare.

Pentru ușurarea evaluării și selectării ideilor este utilă întocmirea și răspunsurile corespunzătoare la o listă de întrebări de tipul:

— va mări cantitatea și calitatea producției ?
— va mări productivitatea ?
— se vor înregistra progrese în deservire, întreținere, sau montaj ?
— va crește fiabilitatea ?
— se vor înregistra economii la costuri ?
— se vor reduce muncile neproductive ?
— se vor îmbunătăți condițiile ergonomice ? etc.

Dacă este vorba de un produs nou, o tehnologie nouă, o mașină de lucru, o sculă, un dispozitiv, pentru o evaluare științifică, se vor enumera funcțiile (atributele), se vor reordona acestea după tehnica deciziei impuse din ingineria valorii (expuse în capitolele 6 și 8) ajungîndu-se în final la ordonarea științifică a ideilor după cifra valorică a fiecăreia.

Ideile selecționate sînt apoi încredințate specialiștilor pentru concretizare, dezvoltare, proiectare și implementare industrială.

Din cele arătate mai înainte, rezultă că brainstormingul nu reprezintă așa cum arăta, de altfel, și autorul său, Alex. Obsorn [1], decît un demers în descoperirea de idei, care la rîndul lor nu reprezintă decît o etapă în cursul rezolvării creative a problemelor.

Cel puțin în tehnică, brainstormingul nu încheie procesul de creație, ci abia îl schițează. Brainstormingul conturează teme de creație — nu le rezolvă; creația tehnică este de cele mai multe ori rezultatul activității cerebrale a individului și nu poate fi compensată printr-o gîndire de grup.

Considerăm că brainstormingul poate fi folosit și în activitatea creatoare individuală, cînd inventatorul, aplicînd cele două principii de bază — suspendarea temporară a evaluării și multitudinea ideilor, practică asocierea liberă, gîndirea hoinară, fantezia, lanțul de evocări consonante, reveria, ajungînd uneori la rezultate superioare eforturilor unui întreg grup. Brainstormingul nu este propriu-zis o metodă, ci numai o etapă dintr-o metodă intuitivă de creație, fiind aplicată pînă în prezent, cu unele rezultate foarte bune, în special în probleme de orientare a producției, a produselor, a desfacerii, de marketing, de reclamă și mai puțin convingătoare în creația tehnică propriu-zisă.

4.2.1.4. Exemplu de brainstorming în tehnică

Un sugestiv exemplu îl reprezintă aplicarea principiilor brainstormingului în rezolvarea tehnică a problemei sortării roșiilor recoltate, a celor verzi de cele coapte, relatat de John Dickson [8].

Problema constă în găsirea tehnologiei de sortare rapidă automată a roșiilor necoapte (verzi) de cele coapte, în cazul prelucrării lor în

masă la fabricile de conserve, dat fiind faptul că unii fermieri americani preferă, pe criterii de productivitate și de posibilitate a folosirii metodelor mecanizate de recoltare, să culeagă toate roșiile odată.

Iată cele 30 de idei emise de cei patru participanți :

1. Tom — Noi le sortăm după culoare. Ca atare trebuie folosiți indicatori de culoare.
2. Ed — Capacitatea de radiație sau de reflecție — roșia verde trebuie să aibă o capacitate de reflecție crescută.
3. Dave — Duritatea. Le apăsăm ușor sau le atingem.
4. Dick — Conductivitatea electrică.
5. Tom — Rezistența electrică.
6. Dave — Magnetismul.
7. Dick — Dimensiunea. Oare roșiile verzi nu sînt mai mici ?
8. Ed — Greutatea. Roșiile coapte vor fi mai grele.
9. Tom — Dimensiunea și greutatea trebuie să fie legate una de alta.
10. Dave — Dimensiunea și greutatea dau densitatea.
11. Ed — Volumul specific.
12 Tom — În roșiile coapte există multă apă ; de aceea ele au greutatea specifică a apei.
13 Dave — Ele plutesc sau se scufundă ?
14. Dick — Poate să le sortăm după densitate — funcție de faptul dacă plutesc sau nu ?
15. Ed — Nu este obligator în apă ; s-ar putea într-un alt lichid.
16. Tom — Netoxic.
17. Dave — Apă sărată.
18. Dick — Razele X — pentru determinarea dimensiunilor semințelor sau altceva similar.
19. Tom — Miros, aromat.
20. Ed — Sunetul — s-ar putea oare asculta roșiile ?
21. Dick — Roșiile pot fi auzite ?
22. Dave — Căldura — radiația infraroșie.
23. Ed — Conductivitatea termică.
24. Tom — Capacitatea calorică unitară.
25. Dick — Posibilitatea unui jongleor de a jongla cu ele.
26. Ed — Să fie angajată o femeie — să le supravegheze și să apese pe buton.
27. Dave — Metodă statistică — să se verifice numai fiecare a doua roșie.
28. Dick — Să se scuture buncherul — roșiile coapte se vor amplasa sus sau jos.
29. Ed — În timpul vibrațiilor să se sufle aer comprimat prin buncher (fluidizare).
30. Tom — Să se folosească cifrele întîmplătoare, de exemplu fie ca a treia și a șaptea roșie să fie coaptă.

După părerea noastră, în această problemă ar fi fost mai eficientă tehnica input-output, în care în cadrul input-ului s-ar analiza mărimile fizice ale roșiilor verzi și coapte și a mijloacelor de măsurare

rapidă a acestora, output-ul reprezentînd soluția tehnică finală prin care se realizează separarea acestora pe baza input-ului înregistrat.

4.2.2. Sinectica — metoda Gordon

Sinectica sau asocierea liberă este un termen provenit din limba greacă și care reprezintă îmbinarea de elemente diferite, aparent necorelate, avînd drept scop de bază eliberarea față de constrîngeri impuse în cadrul problemei formulate, eliminarea răspunsurilor negative, maleabilizarea gîndirii și evadarea din gîndirea șablon, pentru realizarea de idei originale-viabile.

Metoda a fost elaborată de profesorul W. I. I. Gordon de la Universitatea Harward — S.U.A. [10] și se bazează pe teoria că probabilitatea succesului în rezolvarea problemelor crește prin înțelegerea componentelor emoționale inițiale ale procesului creator, considerate mai importante decît elementele intelectuale și raționale.

Metoda presupune parcurgerea următoarelor etape de bază : [11]

1. Enunțarea problemei în forma dată ;
2. Analiza problemei ;
3. Sugestii imediate sau „purjare" ;
4. Enunțarea problemei așa cum a fost înțeleasă ;
5. Creșterea „distanței metaforice" utilizînd analogia directă, analogia personală sau conflictul condensat ;
6. Eventuala repetare a etapei 5 în alt context ;
7. Adaptarea forțată a fanteziei ;
8. Generarea unor soluții posibile.

La început, grupei constituite din conducător, 5—10 membri și stenograf, se explică tema printr-o enunțare generală a problemei, urmată de o analiză — detaliere a acesteia, de la general la particular. În timpul analizei problemei, persoana care o pune o descrie detaliat, răspunzînd la toate întrebările care apar în timpul prezentării. Chiar în această etapă pot apărea sugestii imediate pentru rezolvarea problemei ; pe această bază, pe fluxul detalierii problemei de la general la particular, noile idei pot apărea ca idei de principiu, ca idei fundamentale, ca invenții pilot, sau ca invenții de detaliu, funcție de momentul în care au fost enunțate. Uneori această etapă poartă denumirea de „purjare" întrucît este destinată eliberării minții de orice idei preconcepute care ar putea influența negativ procesul de creație.

În urma acestei etape, problema poate fi redefinită, așa cum a fost înțeleasă și se poate proceda la „excursia creativă" propriu-zisă, excursie în care, prin participarea coordonatoare activă a conducătorului de grup, domnesc analogia, inversia, empatia, fantezia, evocarea și alte tehnici intuitive de creație.

W. Gordon pune preț în special pe tehnica analogiei, a analogiei directe, personale, sau a conflictului condensat, menite să producă o distanțare față de problemă, să determine ca „noțiuni familiare să pară ciudate".

Analogia directă a fost detaliat expusă ca tehnică intuitivă în paragraful 4.1.2., iar analogia personală se suprapune în mare măsură cu tehnica empatiei, prezentată în paragraful 4.1.4.

Metoda sinectică se bazează pe faptul că procesul creativ este mai productiv în condiții noi necunoscute pentru om. Situația analogă cu cea analizată distrage rapid atenția omului față de condițiile concrete ale problemei inițiale (cu demersuri șablon de rezolvare) și îi cere să analizeze o altă problemă legată de prima. În felul acesta situația cunoscută se transformă într-una necunoscută [12]. Dacă de exemplu în grupă se studiază elaborarea unui procedeu și utilaj pentru curățirea zăpezii, atenția membrilor grupei va fi dirijată pe o problematică analogă — de deplasare a materialelor în vrac, a grăunțelor de grîu, sau a frunzelor căzute toamna ; în concepția unei mari clădiri administrative atenția va fi concentrată de exemplu pe organizarea unui stup de albine, iar în rezolvarea răcirii interioare a frezelor armate atenția se va devia spre modurile cunoscute de rezolvare a răcirii interioare a cuțitelor armate.

Sinectica este mai adecvată rezolvării problemelor creative din tehnică, fiind practicabilă în grupele de creație formate din specialiști în domeniu, sau studenți din învățămîntul tehnic superior.

În continuare se redă un exemplu sugestiv relatat în lucrarea lui John Dickson [8] privind o ședință studențească de sinectică, avînd drept obiectiv rezolvarea tehnică a stabilității la vibrații exterioare a lucrului unui picap.

Problema este expusă de studentul Bob, care și coordonează ședința. Stenograma și adnotările la intervenții sînt prezentate în cele ce urmează :

Autorul	Conținutul intervenției	Adnotări
Bob	— Iată problema. Masa pe care este instalat picapul este puțin stabilă. Cum cineva se atinge de ea, acul picapului sare pe o altă pistă ; trebuie un procedeu sigur pentru fixarea sa.	Enunțarea problemei în forma dată.
Jim	— Este prevăzută vreo protecție împotriva vibrațiilor ?	Problema nu este încă suficient de clară.
Bob	— Da. Există 4 arcuri amortizoare în fiecare colț al picapului.	Analiza problemei.
John	— Poate trebuie alte arcuri — mai rigide sau mai elastice ?	O primă idee, direct din enunțul problemei, dar supusă evident inerției psihologice și ca atare „purjată“.
Bill	— Spui că masa oscilează. Ce produce vibrații — șocurile verticale sau orizontale ?	Încercare de precizare a problemei.

Autorul	Conținutul intervenției	Adnotări
Bob	— Cred că în primul rînd cele orizontale. Pe verticală arcurile lucrează normal.	
Bill	— Iată deci problema noastră. Arcurile existente se vede că sînt destinate numai pentru amortizarea oscilațiilor verticale. Trebuie să ne ocupăm de găsirea metodei de eliminare a oscilațiilor orizontale. Să analizăm...	Enunțarea problemei așa cum aceasta a fost înțeleasă.
John	— Arcuri orizontale! Arcurile existente lucrează în plan vertical. Tot ce trebuie făcut — este să adăugăm cîteva arcuri în plan orizontal.	O a doua idee, dar și aceasta supusă inerției psihologice.
Jim	— Arcurile nu trebuie să fie nici verticale nici orizontale. Ele trebuie amplasate sub un anumit unghi. Instalarea lor sub un unghi determinat și revenirea la numai patru arcuri.	Folosirea tehnicii inversiei. Se elimină inerția psihologică a propunerii lui John.
Bob	— Acum există arcuri verticale. Ideea amplasării arcurilor sub un unghi determinat ar putea să ne convină.	
John	— Bine. Să trecem la problema următoare.	
Bill	— Așteaptă. Abia am început. Să căutăm alte idei. Să încercăm să aplicăm unele tehnici de creație, de exemplu empatia. Al, tu ești tare în aceasta. Închipuie-ți că ești sub picap și încearcă să-l menții nemișcat în timp ce eu scutur masa. Ce se întîmplă în acest caz?	Empatie
All	(Iese în mijlocul camerei, ridică mîinile în sus, desfăcîndu-le ușor, ca și cum ar menține deasupra capului o greutate ridicată). — Îmi trebuie niște șolduri articulate. Cînd tu rotești masa, picioarele mele se rotesc și ele o dată cu aceasta, în timp ce partea superioară a corpului ar trebui să rămînă fixă.	

Autorul	Conținutul intervenției	Adnotări
Jim	Reazem sferic...	
All	(În aceeași poziție). — Singurul lucru care se poate face este să punem picapul pe podea și să vedem dacă voi reuși să mențin masa în nemișcare. Mesei i se poate imprima o mare stabilitate. Bob, spuneai că masa oscilează. Nu s-ar putea rigidiza ?	
Bob	— Am făcut deja tot ce se putea. Cînd picapul stă pe podea se întîmplă același fenomen, este adevărat, de mai mică amplitudine. Vibrează întreaga clădire.	
Jim	— Reazemul sferic ar fi totuși convenabil. Ce ar fi să folosim bile de rulmenți ? Picapul să lucreze orizontal pe bile.	
Bill	— Ne trebuie un gen de „efect de față de masă". Țineți minte cum se poate smulge fața de masă de sub farfurii. Nouă ne trebuie ca, în cadrul vibrațiilor orizontale ale mesei, picapul să rămînă fix.	Se folosește *analogia* cu un fenomen care eventual s-ar putea aplica în rezolvarea creativă a problemei date.
All	(Întorcîndu-se la locul său). — Efectul de față de masă are loc ca urmare a eliminării frecării. Dacă am avea un coeficient de frecare scăzut...	În realitate, efectul de față de masă are loc ca urmare a faptului că datorită vitezei foarte mari de deplasare a feței de masă, forțele de inerție ale farfuriilor depășesc substanțial forțele de frecare.
Bob	— Ungerea ! Picapul să plutească într-o baie de ulei.	Din nou aplicată tehnica analogiei.
John	— Sau să se folosească ungerea cu aer. Aceasta ar asigura și o elasticitate pe verticală. O metodă — perna de aer, alta — ungerea cu aer ca la aspiratorul „plutitor". Dar de unde trebuie să provină aerul comprimat ?	
All	— Acum aceasta nu are importanță.	
Jim	— Eu cred că nu am epuizat încă posibilitatea rezemării pe bile. Dacă	

Autorul	Conținutul intervenției	Adnotări
	am instala picapul pe bile, acesta ar rămîne nemișcat, dacă masa ar vibra în plan orizontal.	
Bill	— Da, dar prin aceasta nu este protejat la vibrații pe verticală.	
All	— Ce ar fi să amplasăm bile elastice? Moi! Vor lucra ca arcuri pe verticală și ca unsoare pe orizontală.	
Bob	— O idee bună. Bilele trebuie să fie ceva opus la așa-numita „unsoare săltăreață". Această substanță se deformează atunci cînd este apăsată încet, dar devine rigidă la deformații rapide. Nouă ne trebuie ca bilele să rămînă rigide la deformații lente, dar elastice la deformații rapide, dinamice.	Se aplică simultan tehnicile inversiei și analogiei.
Jim	— Bine, să încercăm să aplicăm încă o dată empatia în alt sens. Problema constă în aceea că acul nu rămîne în canalul discului, cînd picapul suportă impulsuri orizontale.	
John	— Să facem traductorul mai greu și atunci nu va mai sări. Dar nu, aceasta ar strica placa!	
Bob	— Într-adevăr, presiunea pe placă trebuie să rămînă aceeași.	
Jim	— Așteptați. Să presupunem că eu sînt traductorul. Mîna mea este acul. (Jim se culcă pe podea, întinde mîna și lasă degetul în jos imitînd acul).	Încercare de aplicare a tehnicii empatiei.
Bob	— Inexact, Jim. Traductorul este echilibrat în raport cu reazemul său.	
Jim	— Totul e în ordine. Eu îmi păstrez echilibrul față de axa de oscilație. Aceasta ne-o putem închipui. Acum să scuturăm podeaua — am în vedere masa. Eu trebuie să mă străduiesc să mă deplasez în același ritm. Dar ca urmare a inerției, eu rămîn nemișcat, în timp ce restul vibrează.	
All	— Să se micșoreze greutatea traductorului!	

Autorul	Conținutul intervenției	Adnotări
Bob	— Păstrînd însă presiunea impusă pe placă.	
All	— Aceasta este posibil, prin reglarea contragreutății în raport cu reazemul traductorului. Se poate de asemenea reduce greutatea de ansamblu al picapului.	
Bob	— Cred că ai dreptate. Aceasta s-ar putea realiza.	
Jim	(Ridicîndu-se de pe podea). — Eu mi-am murdărit cămașa, iar Bob a obținut o idee !	
John	— Noi am renunțat în general la arcuri ?	Se folosește o variantă a tehnicii inversiei.
Bob	— Tu ai spus că picapul este amplasat pe arcuri. Ce ar fi ca întregul picap să fie suspendat pe arcuri ?	
All	— Amplasîndu-le sub un anumit unghi.	
Bob	— Care ar fi avantajul ?	
John	— Nu știu.	
Jim	— De ce nu s-ar suspenda picapul de tavan ?	
Bob	— Întreaga clădire vibrează.	
Jim	— Într-adevăr ! Suspendîndu-l, dar pe arcuri foarte lungi și eventual cu amortizoare, am obține o frecvență foarte scăzută. Oscilații foarte lente și acul va rămîne la locul său.	
Bob	— Posibil ca în acest caz picapul să lucreze corespunzător.	
All	— Ți-ar trebui un covor fermecat pe care să-ți pui picapul, un minunat și nemișcat covor fermecat.	Tehnica fanteziei.
John	— Ca o pernă pneumatică.	
All	— Dar de ce nu o pernă obișnuită ?	
Bob	— Nu cred că va merge.	
Jim	— Dar e o idee ! Și este ușor de verificat !	
Bob	— Am obținut deja multe idei. Este suficient. Voi verifica unele din ele și vă voi comunica ce am obținut.	

Sinectica reprezintă o metodă intuitivă de creație eficientă în tehnică, lucru demonstrat și de experiența de mai mulți ani a com-

partimentului de scule așchietoare al catedrei de Mașini unelte și scule a politehnicii ieșene, în ceea ce privește organizarea grupelor de creație studențești. Grupele de sinectică sînt conduse fie de către titularul cursului — autorul prezentei lucrări, fie de către conducătorul cercului științific studențesc sau a grupului de absolvenți, care își pregătesc proiectele de diplomă cu tematici apropiate.

În cele ce urmează, se prezintă un exemplu de aplicare a sinecticii în rezolvarea unei probleme de concepție în domeniul sculelor așchietoare, la care au participat 7 studenți, cu următoarele nume convenționale : Mircea, Nelu, Nicu, Eugen, Nae, Radu și Florin.

Autorul	Conținutul intervenției	Adnotări
Conducătorul grupului	— Frezele de tip Romascon de serie, produse de I. P. Iași, se supraîncălzesc în cazul efectuării unor operații grele și de durată, specifice Combinatului de Utilaj Greu Iași. Ce soluție propuneți pentru a contracara acest neajuns ? Pentru diminuarea temperaturii frezei în ansamblu.	Enunțarea problemei în forma dată.
Mircea	— O nelămurire. În ce condiții de lucru apare supraîncălzirea ? În hala noastră de producție și în alte întreprinderi acest fenomen nu apare.	Problema nu este suficient de clară. Analiza problemei.
Conducătorul grupului	— Fenomenul a fost constatat și la I. M. Nicolina, în condițiile unei frezări pline (în care este angajat întregul diametru al frezei) cînd așchiile se pot îngrămădi în centrul sculei, precum și la frezarea plană, îndelungată, a unor piese lungi.	
Nelu	— Să se rărească dinții frezei, pentru a nu menține așchiile fierbinți în mijloc.	O primă idee.
Conducătorul grupului	— Soluția este folosită, dar ea conduce la o diminuare a productivității, ca urmare a reducerii numărului de dinți angajați simultan în proces.	Purjare.
Nicu	— Să se sufle aer comprimat pentru eliminarea așchiilor și pentru răcire.	O a doua idee.
Conducătorul grupului	— Și această soluție s-a aplicat, dar capacitatea de răcire a aerului este redusă.	Purjare.

Autorul	Conținutul intervenției	Adnotări
Eugen	— Să se trimită un jet de lichid de răcire în zona de așchiere.	O a treia soluție.
Conducătorul grupului	— Aducerea prin exterior a lichidului pe tăișurile din carburi metalice nu poate asigura o răcire continuă și uniformă, ceea ce conduce la tensionarea și spargerea plăcuțelor. Și acum putem preciza tema de creație. Mijloc tehnic de reducere a temperaturii tăișurilor și a sculei în ansamblu, fără „udarea" tăișurilor și fără reducerea productivității, ci dimpotrivă.	Enunțarea temei așa cum aceasta a fost înțeleasă.
Nae	— Dacă lichidul de răcire nu poate fi adus pe dinafară, să fie adus pe dinăuntru, ca la cuțitele Rindmax, pe care le producem deja.	Aplicarea tehnicii inversiei și analogiei.
Radu	— Cuțitele Rindmax sînt staționare, în timp ce cuțitele de pe freza Romascon sînt rotative. Cum să aduci și să circuli în aceste condiții lichidul pe sub plăcuță ?	
Florin	— Să se aducă lichidul prin axul și coada găurită a sculei prin intermediul unei pîlnii, prin cădere liberă.	
Mircea	— Să se practice în corpul sculei găuri radiale, prin care lichidul să fie centrifugat spre fiecare cuțit demontabil în parte.	
Nae	— Lichidul trebuie să ajungă din nou în baie, fără să stropească deloc plăcuțele.	
Eugen	— Lichidul să fie colectat în urma eliminării prin niște găuri axiale din fiecare cuțit, într-o baie atașată la subansamblul arbore principal al mașinii de frezat și etanșeizat în raport cu arborele aflat în rotație.	
Conducătorul grupului	— Să căutăm și alte soluții. Florin, închipuie-ți că ești în locul frezei, lucrînd în plin. Cum vezi lucrurile din acest nou punct de vedere ?	Sugerarea empatiei.
Florin	— Dacă mîinile mele sînt dinții sculei, acestea, supraîncălzindu-se se uzează mai repede. Dar mai grav este că mi se încălzește exagerat, pînă la roșu uneori, corpul, ca ur-	Aplicarea tehnicii empatiei.

Autorul	Conținutul intervenției	Adnotări
	mare a inundării sale cu așchii. Ar trebui să-mi apăr corpul de așchii.	
Nicu	— Să se blocheze pătrunderea așchilor spre centrul frezei, prin niște elemente de continuitate între dinți, în așa fel, încît să se constituie o barieră de netrecut pentru așchii dinspre exterior spre interior.	
Nelu	— Freza Romascon are și posibilități proprii de răcire, întrucît în ansamblu ea lucrează ca o turbină cu aer. Ce ar fi să introducem suplimentar niște palete radiale, special profilate, care să expulzeze așchiile și în același timp, să răcească mai intens, atît corpul cît și dinții ?	Analogie.
Mircea	— Să se schimbe convenabil, aerodinamic, profilul transversal al dinților demontabili.	

Prin concretizarea unor soluții propuse în cadrul acestei ședințe de sinectică, s-au obținut două brevete, ai căror autori au devenit evident membrii întregului grup.

Tehnicile și metodele psihologice — intuitive de creație, de tipul asocierii, analogiei, inversiei, empatiei, combinării, modificării, branstormingului, sau a sinecticii reprezintă pentru inventator un puternic arsenal, deosebit de eficient, în special pentru eliminarea inerției și obstacolelor psihologice, de multe ori mijlocul de bază în generarea noilor idei.

Înțelegerea, însușirea și folosirea eficientă a acestui arsenal sînt posibile numai prin practică, printr-un antrenament îndelungat, atît individual, cît și în grupele de creație.

Tehnicile și metodele intuitive de creație reprezintă componentele artizanale și nu logice-științifice ale inventicii ; aceste mijloace *favorizează inventarea, dar nu o determină.*

Tehnicile și metodele logice-deductive ale inventicii, tratate în capitolele 7 și 8, duc obligator la creații tehnice, dar în prezent, nu orice proces de creație poate fi logicizat ; logica stăpînește pînă în prezent numai procesele de creație bazate pe combinarea din elemente cunoscute a unor noi ansamble cu funcții superioare, stăpînește ceea ce se întîmplă într-un caleidoscop Parnes-unic și nu controlează combinațiile, asocierile, analogiile, consonanțele și extrapolările între caleidoscoapele paralele și, în nici un caz, procesele de la nivelul caleidoscoapelor subconștientului.

Logica poate pătrunde la nivelul inconștientului numai sub forma unor programe difuze de combinări și de criterii de consonanță care acționează reflex și cu intensitate scăzută.

Aceste procese logice — combinatorice de la nivelul inconștientului vor fi cu atît mai puțin difuze, cu cît mai ferm au fost dezvoltate și cultivate metodele și tehnicile logice de creație la nivelul conștientului.

Iată din ce cauză, înseși metodele și tehnicile intuitive de creație devin mai productive atunci cînd sînt combinate cu tehnicile și metodele logico-combinatorice.

Punctul de vedere esențial al prezentei lucrări este că în activitatea de creație tehnică, în inventică *baza trebuie s-o reprezinte procesele logice-combinatorice (partea științifică), procesele intuitive (partea de artă) reprezentînd o activitate complementară*, menită să amplifice productivitatea și originalitatea elaborării soluțiilor.

Aparent paradoxal, *euristicul devine algoritmic, iar algoritmicul devine euristic*.

Numai înțelegîndu-se și aplicîndu-se cu pricepere acest principiu dialectic al unității dintre euristic și algoritmic, între logic și intuitiv, între analiză și sinteză, între deducție și inducție, se poate ajunge la o înaltă eficiență a muncii de creație în tehnică.

BIBLIOGRAFIE

1. OSBORN ALEX — *Applied Imagination*. Charles Scribner's Sons New-York, 1957. Traduce în limba franceză, Dunod Paris, 1971.
2. ODOBLEJA ȘTEFAN — *Psihologia consonantistă*. Editura științifică și enciclopedică, București, 1982.
3. BELOUS VITALIE — *Sinteza sculelor așchietoare*. Editura Junimea, Iași, 1980.
4. BELOUS V., COJOCARU GH., STAN M. și SIMION AL. — *Freză frontală cu dinți demontabili armați cu plăcuțe metalo ceramice*. Brevet R.S.R. 59323.
5. TVIS I. V., GUDKOV V. A. — *Skorostnoe zubofrezerovanie*. Masghiz, 1953.
6. SEMENCENKO I. I., și colab. — *Proektirovanie metalorejușcih instrumentov*. Masghiz, Moskva, 1963.
7. BELOUS V. — *Mecanism de acționare fără motor*. Brevet R.S.R. 67 747.
8. DIXON JOHN — *Design Engineering*. Inventiveness, Analisys and Decision Making. Mc. Graw Hill Book Co 1966. Traducere în limba rusă, Mir-Moskva, 1969.
9. CRUM L. W. — *Ingineria valorii*. Ed. Tehnică. București, 1976 (Traducere din limba engleză).
10. GORDON W. I. I. — *Synectics*. Harper and Brothers New York, 1961.
11. TWISS C. BRIAN — *Managing Technological Innovation*. Longman Grup Limited, 1974 London. Traducere în limba română. Editura tehnică, București, 1979.
12. HILL PERCY — *The science of Engineering Design*. Holt-Rinehart and Winston Inc. New York, 1970. Traducere în limba rusă. Editura Mir, Moskva, 1973.
13. VERONE PIERRE — *Inventica*. Ed. Albatros, 1983.
14. BELOUS V. — *Inventica. Bazele creației tehnice și ale protecției industriale*. Vol. I. Rotaprint, I. P. Iași, 1984.

CAPITOLUL V

FLUXUL PROIECTĂRII CREATIVE

5.1. Etapele inventicii — etape fundamentale ale proiectării creative

Inventica — știință și artă a creației tehnice — face parte dintr-o disciplină științifică mai generală, dezvoltată și predată în învățămîntul tehnic superior din S.U.A. și din alte țări dezvoltate industrial, denumită *„Proiectarea inginerească"* sau *„Proiectarea creativă"* și, în aceeași măsură, dintr-o altă disciplină tehnico-economică, cu o răspîndire de asemenea din ce în ce mai largă în ultimul timp — *ingineria valorii*. [1], [2]. . [10].

Ambele discipline sînt discipline de graniță, de sinteză a cunoștințelor din diversele domenii ale activității umane.

Proiectarea creativă și ingineria valorii, a căror parte fundamentală o reprezintă inventica, sînt discipline științifice legate strîns de știință, tehnică, tehnologie și producție, iar pe de altă parte, de filozofie, politică, sociologie, psihologie, economie, arhitectură, estetică industrială și artă.

Grafic, legătura proiectării creative, a ingineriei valorii și inventicii cu celelalte discipline științifice este reprezentată prin diagrama din figura 5.1. [1].

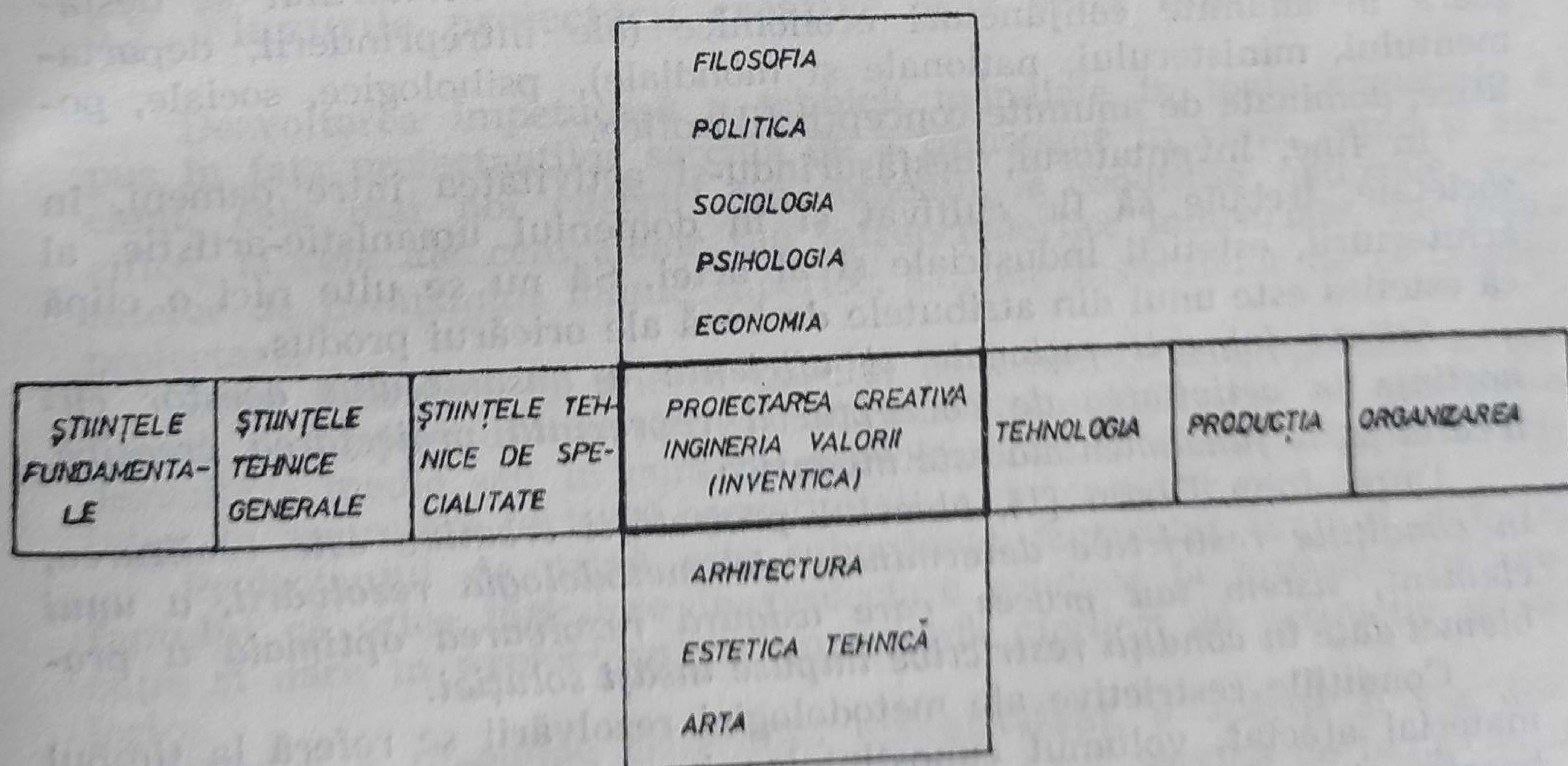


Fig. 5.1.

Proiectantul creativ — inventatorul, avînd permanent în față obiectivul general al ingineriei valorii — obținerea de maxim funcțional cu minim de costuri, trebuie să fie un om de o largă cultură științifică, tehnică, economică și chiar filozofic-umanistă.

Numai o amplă pregătire în științele fundamentale, în matematică, fizică, chimie, mecanică și în științele tehnice generale, hidraulică, termotehnică, teoria elasticității și plasticității și rezistența materialelor, organe de mașini și mecanisme îi pot permite și-i conferă siguranță în atacarea și rezolvarea în fondul lor a problemelor de creație tehnică. La rîndul lor, științele tehnice de specialitate, de motoare, mașini unelte, dispozitive, scule, instalații, mașini agricole, mașini de prelucrat prin deformare etc., îl fac specialist în domeniu, îl asigură cu mulțimea elementelor complete cu care să opereze în procesul combinatoric — asociativ al creației tehnice și-i permit să parcurgă cu succes fazele logice ale procesului inventiv, analiza și sinteza informațiilor și în special analiza inginerească și evaluarea soluțiilor proprii.

Foarte important pentru inventică îl reprezintă faptul că pregătirea fundamentală și cea tehnică generală îl feresc pe inventatorul specialist de inerția psihologică și îi conferă o accentuată flexibilitate a gîndirii, în timp ce pregătirea de specialitate, dacă este subordonată unor sisteme tradiționale închise de prezentare, poate accentua inerția psihologică, conducînd la rigiditatea gîndirii, la sterilitate.

Unul din atributele de bază ale oricărei invenții este fezabilitatea — tehnologicitatea, capacitatea acesteia de a putea fi realizată cu mijloace simple și productive — ieftin. Pentru aceasta, inventatorul trebuie să fie un bun tehnolog, să cunoască tehnologiile, procesele și utilajele productive specifice domeniului în care lucrează, să cunoască producția industrială, principiile organizării, desfacerii și ale marketingului.

Pe de altă parte, activitatea creatoare a inventatorului se desfășoară în anumite conjuncturi economice (ale întreprinderii, departamentului, ministerului, naționale și mondiale), psihologice, sociale, politice, dominate de anumite concepții filozofice.

În fine, inventatorul, desfășurîndu-și activitatea între oameni, în societate, trebuie să fie cultivat și în domeniul umanistic-artistic, al arhitecturii, esteticii industriale și al artei. Să nu se uite nici o clipă că estetica este unul din atributele de bază ale oricărui produs.

Știința folosirii raționale și eficiente a ansamblului acestor cunoștințe în activitatea de concepție îl reprezintă proiectarea creativă, a cărei parte fundamentală este inventica.

După John Dixon [1], *obiectul proiectării creative este realizarea, în condițiile restrictive determinate de metodologia rezolvării, a unui element, sistem sau proces, care asigură rezolvarea optimală a problemei date în condiții restrictive impuse însăși soluției.*

Condițiile restrictive ale metodologiei rezolvării se referă la timpul material afectat, volumul cunoștințelor inventatorului, utilajele de laborator și pentru realizarea prototipurilor, tehnica de calcul etc.

Condițiile restrictive ale însuși obiectului creației, ale soluției, se referă la cele fizice, la materialele impuse, la tehnologiile și utilajele producției de serie existente, la preciziile de execuție posibile etc.

După John Dixon [1] proiectarea creativă are trei părți de bază:

1. Inventivitatea — generarea soluțiilor
2. Analiza inginerească
3. Luarea deciziilor.

Inventica, în calitate de știință și artă a creației tehnice, cuprinde aceleași părți, dar într-o cu totul altă proporție.

Dacă în manualele de proiectare creativă, partea I — generarea soluțiilor nu reprezintă decît 10% din volumul total, insistîndu-se pe analiza inginerească și pe luarea deciziilor, în prezentul manual de inventică, proporția primei părți depășește 50% acordîndu-se totuși importanță analizei inginerești și luării deciziilor, de care inventica nu poate fi despărțită și completîndu-se cu capitole referitoare la tehnica elaborării descrierilor de invenții, la legislația brevetării, a protecției proprietății industriale și a implementării industriale a progresului tehnic, la analize de cazuri, la perspectivele dezvoltării inventicii și ale învățămîntului creativ, deosebindu-se astfel ca structură esențial și de primul manual de inventică publicat de către Kauffman-Fustier și Drevét [11] și destinat în exclusivitate procesului creativ și a bazelor matematice ale acestuia.

Am pornit de la un principiu verificat în practică, în conformitate cu care *o invenție nu reprezintă cu adevărat o creație tehnică superioară, decît în momentul cînd este implementată eficient în marea industrie.*

Pentru aceasta, inventatorul nu numai că trebuie să cunoască bine întregul traseu, de la elaborarea ideii de principiu pînă la valorificarea ei industrială — deplină, dar să și fie prezent activ în toate etapele și fazele procesului.

5.2. Fluxurile proiectării creative și a celei reproductive

Dezvoltarea impetuoasă a tehnicii mondiale în toate domeniile a pus în fața proiectanților sarcina de a transpune în viață, rapid și eficient, cele mai noi cuceriri din domeniu, la condițiile naționale specifice, la cele ale centralelor sau întreprinderilor industriale, ale institutelor de învățămînt tehnic superior, sau ale institutelor de cercetare-proiectare.

Orice întîrziere în ținerea pasului cu tehnica contemporană accentuează decalajele dintre țările înalt dezvoltate industrial și cele cu o dezvoltare medie sau în curs de dezvoltare și, în consecință, în activitatea de proiectare factorul operativitate a devenit net dominant.

Proiectantul de uzină este subordonat factorului timp și datorită faptului că orice întîrziere în proiectare conduce la întîrzieri în execuție și dare în exploatare, cu importante pierderi de producție și valorice.

Pentru a răspunde criteriului operativității, a apărut și s-a dezvoltat *proiectarea operativă-reproductivă*, a cărei sarcină de bază constă în asimilarea prin reproiectare, la condițiile specifice date, a unui pro-

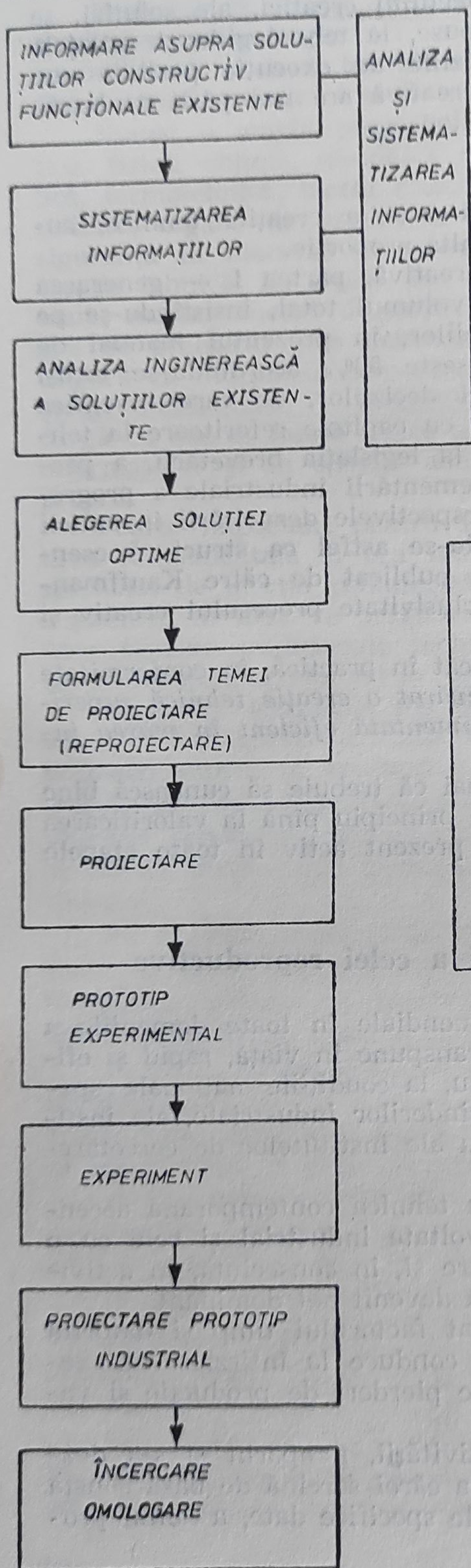
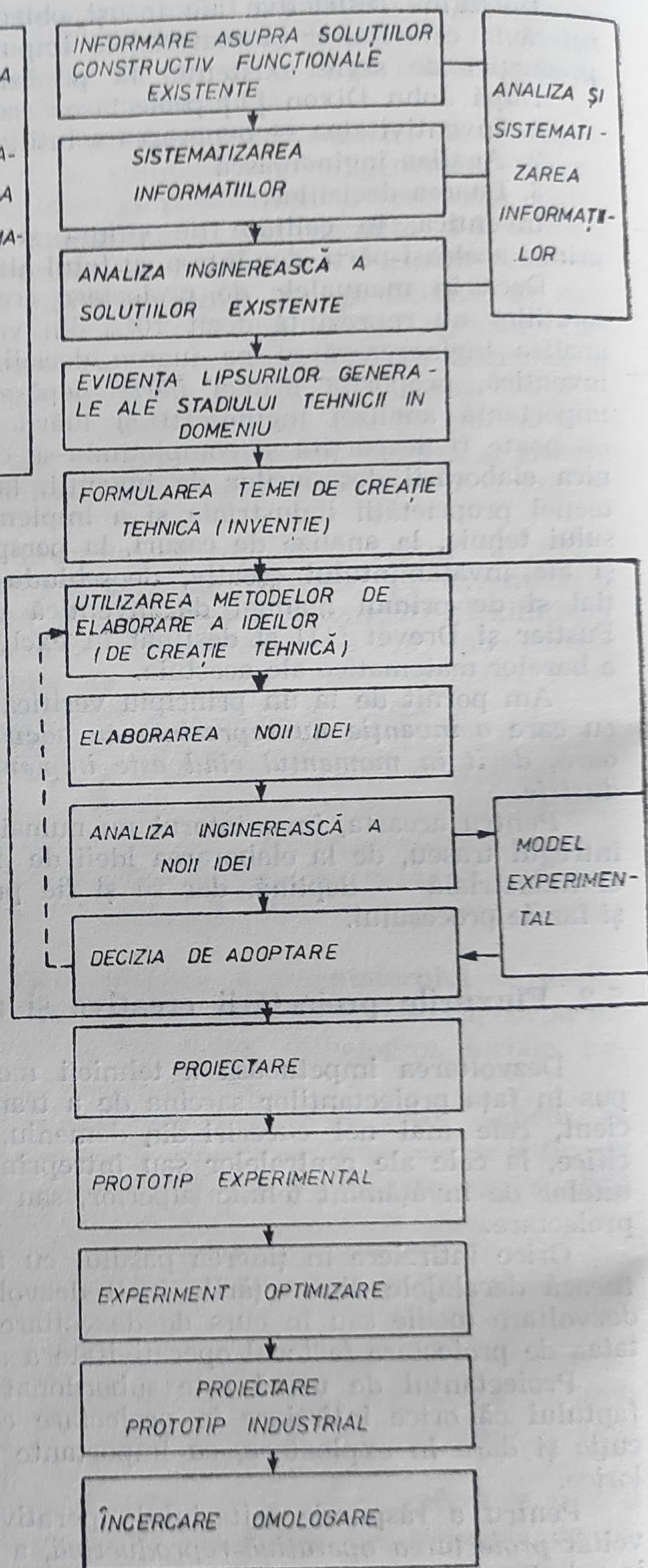

FLUXUL
PROIECTĂRII REPRODUCTIVE
INFORMARE ASUPRA SOLUȚIILOR CONSTRUCTIV FUNCȚIONALE EXISTENTE
ANALIZA ȘI SISTEMATIZAREA INFORMAȚIILOR
SISTEMATIZAREA INFORMAȚIILOR
ANALIZA INGINEREASCĂ A SOLUȚIILOR EXISTENTE
ALEGEREA SOLUȚIEI OPTIME
FORMULAREA TEMEI DE PROIECTARE (REPROIECTARE)
PROIECTARE
PROTOTIP EXPERIMENTAL
EXPERIMENT
PROIECTARE PROTOTIP INDUSTRIAL
ÎNCERCARE OMOLOGARE

FLUXUL
PROIECTĂRII CREATIVE
INFORMARE ASUPRA SOLUȚIILOR CONSTRUCTIV FUNCȚIONALE EXISTENTE
ANALIZA ȘI SISTEMATIZAREA INFORMAȚIILOR
SISTEMATIZAREA INFORMAȚIILOR
ANALIZA INGINEREASCĂ A SOLUȚIILOR EXISTENTE
EVIDENȚA LIPSURILOR GENERALE ALE STADIULUI TEHNICII IN DOMENIU
FORMULAREA TEMEI DE CREAȚIE TEHNICĂ (INVENȚIE)
UTILIZAREA METODELOR DE ELABORARE A IDEILOR (DE CREAȚIE TEHNICĂ)
ELABORAREA NOII IDEI
ANALIZA INGINEREASCĂ A NOII IDEI
MODEL EXPERIMENTAL
DECIZIA DE ADOPTARE
PROIECTARE
PROTOTIP EXPERIMENTAL
EXPERIMENT OPTIMIZARE
PROIECTARE PROTOTIP INDUSTRIAL
ÎNCERCARE OMOLOGARE

Fig. 5.2.

dus cunoscut, de concepţie nouă cu performanţe sporite. Aşa cum rezultă din fluxul general al proiectării reproductive (fig. 5.2.), fazele de informare şi de analiză inginerească a soluţiilor existente au drept scop alegerea soluţiei optime dintre cele cunoscute pe plan mondial şi precizarea pe această bază a temei de proiectare (reproiectare).

Consultînd revistele de referate-recenzii-semnalare, colecţii de brevete, colecţii de standarde, norme departamentale şi interne, prospectele firmelor, articolele de specialitate, monografiile, manualele, tratatele şi îndrumarele de proiectare, în limitele timpului afectat pentru aceasta, proiectantul se fixează asupra soluţiei optime, corelată cu condiţiile concrete ale locului său de muncă şi ale locului în care se va realiza prototipul, seria zero şi asimilarea în producţia de serie.

Decizia asupra soluţiei optime dintre soluţiile moderne existente pe plan mondial se face în urma unei atente analize inginereşti a acestora prin prisma criteriilor de optimalitate.

Înainte de a trece la proiectarea (reproiectarea) propriu-zisă, proiectantul trebuie să se asigure asupra faptului dacă nu încalcă nici un brevet străin în vigoare pe teritoriul naţional, consultînd în acest scop colecţia de brevete R.S.R. din ultimii 15 ani. În caz contrar, trebuie obţinută în prealabil licenţa de brevet, ceea ce evident presupune un consum de valută. În cazul în care produsul proiectat este vizat să devină şi un produs de export, proiectantul trebuie să se asigure asupra faptului că nu încalcă vreun brevet în vigoare în ţările în care acesta urmează să se exporte, lucru valabil şi în cazurile cînd s-a achiziţionat licenţa de fabricaţie şi cînd trebuie analizată puritatea de brevet a obiectului licenţei, întrucît la rîndul său, cel care vinde licenţa poate fi tributar, sub aspectul licenţelor de brevet, altor titulari.

După alegerea soluţiei optime şi formularea temei de proiectare, proiectantul trece la proiectarea (reproiectarea) propriu-zisă. Gradul de dificultate al acestei activităţi depinde atît de complexitatea produsului, cît şi de cantitatea şi calitatea materialului informativ. Este evident că în cazul licenţelor tehnice, sarcina proiectantului este simplificată prin prezenţa desenelor de ansamblu sau chiar şi a celor de execuţie, iar în unele cazuri şi de cea a proiectului tehnologic; în asemenea situaţii, principalele activităţi de proiectare derivă din sarcinile de adaptare a soluţiei de ansamblu la specificul naţional, respectiv la cel al întreprinderii producătoare, la standardele şi normele departamentale, la asimilarea sau înlocuirea de materiale, asociată cu calculele de rezistenţă-rigiditate corespunzătoare, la adaptarea tehnologiilor la specificul utilajului de care se dispune etc.

Mult mai complexă este sarcina proiectantului reproductiv atunci cînd nu are la dispoziţie decît o schemă de principiu dintr-un articol de specialitate, un prospect, sau numai produsul ca atare, cazuri în care ponderea activităţilor de concepţie-creaţie-sinteză inginerească este mult mai ridicată şi adesea însoţită de realizarea de soluţii proprii, perfecţionate, brevetabile. Ca atare, creaţiile tehnice de nivel ridicat pot apare şi în cadrul proiectării reproductive, dar apariţia acestora nu reprezintă un rezultat firesc şi deliberat al unor căutări organizate, ci unul întîmplător.

Întrucît proiectarea reproductivă vizează traducerea tehnicii mondiale la nivel naţional, însoţită de redimensionări, înlocuiri de mate-

riale și tehnologii, adaptări la normele și standardele naționale, de cele mai multe ori proiectarea prototipului industrial este precedată de proiectarea unui prototip experimental supus întregii game de încercări prin prisma criteriilor de optimizare. Numai după încercarea prototipului experimental, în urma adîncirii optimizării parametrilor geometrici și ai celor constructivi-funcționali-tehnologici și pe baza observării și analizei „pe viu" a proceselor tehnologice de execuție, se trece la proiectarea prototipului industrial, pentru condițiile concrete ale întreprinderii destinate să-l asimileze, fazele de încercare-omologare desfășurîndu-se obligator în cadrul acesteia.

În cazul *proiectării creative,* fazele dominante sînt cele de sinteză inginerească, de creație a unor noi soluții constructiv-funcționale-tehnologice superioare celor cunoscute pe plan mondial.

În acest scop, diferențierile dintre proiectarea creativă și cea reproductivă, așa cum rezultă din fig. 5.2., în care sînt prezentate în paralel cele două fluxuri, încep din fazele de analiză și de sistematizare a informațiilor.

Aceste faze sînt diferențiate prin scopul pe care-l urmăresc : dacă la proiectarea reproductivă, analiza inginerească a soluțiilor noi existente pe plan mondial are drept scop stabilirea celei optime și formularea pe această bază a temei de proiectare-reproiectare, în cazul proiectării creative-inginerești, analiza inginerească are, drept scop principal, evidențierea lipsurilor generale ale stadiului tehnicii din domeniu, în vederea formulării temei de creație tehnică, prin care să se elimine aceste lipsuri.

Pentru pregătirea fazelor de creație tehnică, specifice proiectării inginerești, analiza inginerească a soluțiilor existente este asociată cu elaborarea diagramei, a matricelor morfologice și a obiectului generalizat al creației tehnice, surse importante pentru realizarea de noi combinații de parametri.

În continuare, proiectantul de concepție, utilizînd metodele și tehnicile de elaborare a ideilor, realizează noua soluție, pe care o supune apoi analizei inginerești. Cu cît mai radicală este noua soluție, cu atît se simte mai acut nevoia de realizare prealabilă a unui model funcțional, în vederea adoptării deciziei. În ipoteza unei concluzii favorabile a analizei inginerești și în urma experimentării modelului se formulează tema de proiectare și se trece la proiectarea propriu-zisă, după un flux asemănător celui din cazul proiectării reproductive.

Literatura de specialitate din domeniul proiectării creative a fost marcată în ultimii 15 ani de lucrări valoroase cum sînt cele referitoare la metodologia generală și tehnicile proiectării creative, ale sintezei inginerești, datorate lui John Dixon [1], Percy Hill [2], L. W. Crum [3], H. R. Buhl [4], P. H. Edel Jr. [5], J. E. Gibson [6], E. W. Krick [7], W. N. Middendorf [8], J. R. Alger și C. V. Hays [9], P. H. Roe, G. N. Soulis și V. K. Handa [10], precum și cele referitoare la metodele și tehnicile logice-deductive de creație datorate lui A. Kaufman, M. Fustier și N. Drevét [11] sau la metodele și tehnicile intuitive de creație elaborate de Alex Osborn [12] sau W. I. I. Gordon [13].

Pe baza acestor lucrări și a experienței proprii de peste 27 de ani a autorului în domeniul creației tehnice și proiectării creative [14],

FLUXUL GENERAL AL PROIECTARII CREATIVE ÎN CONSTRUCȚIA DE MAȘINI

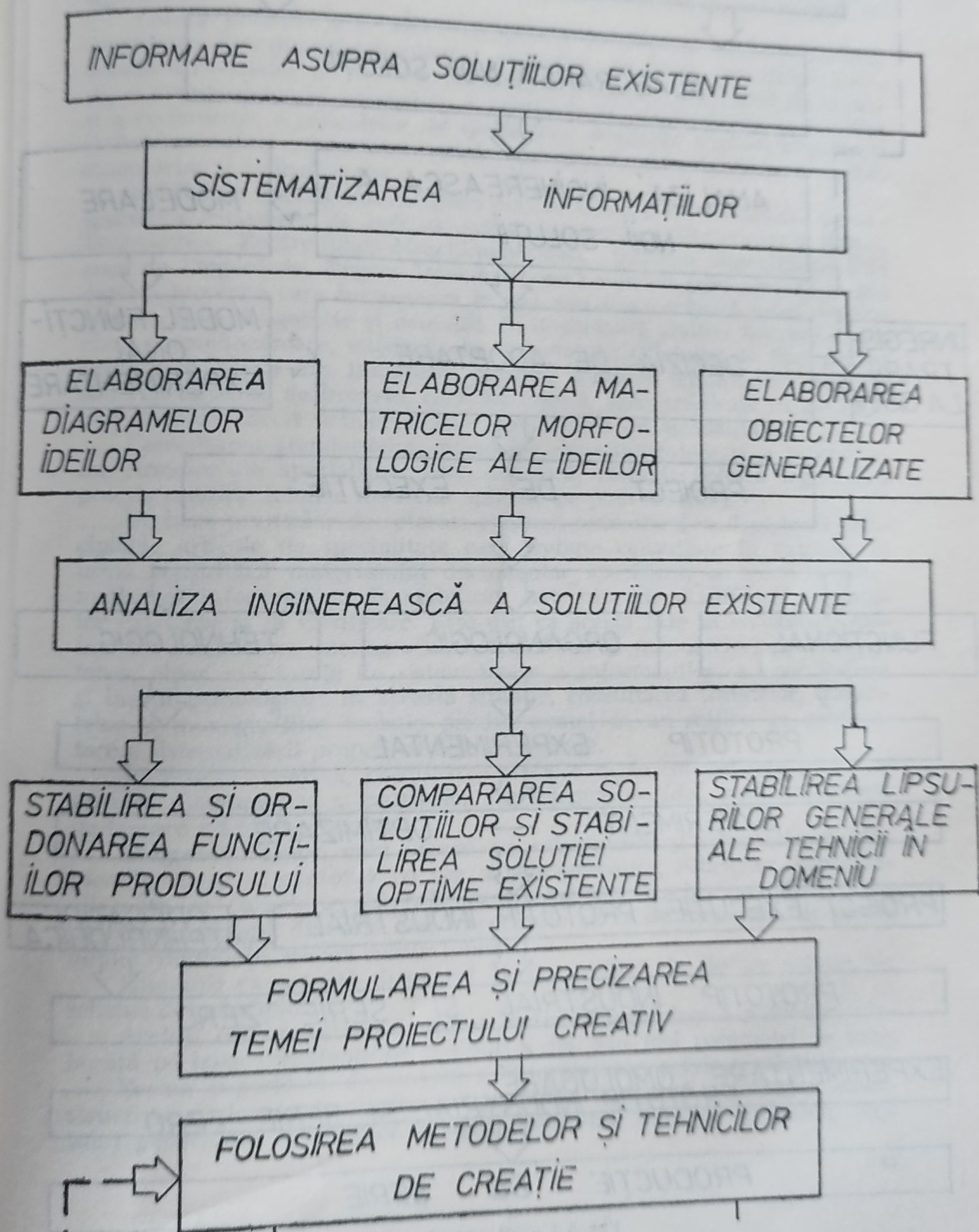


Fig. 5.3

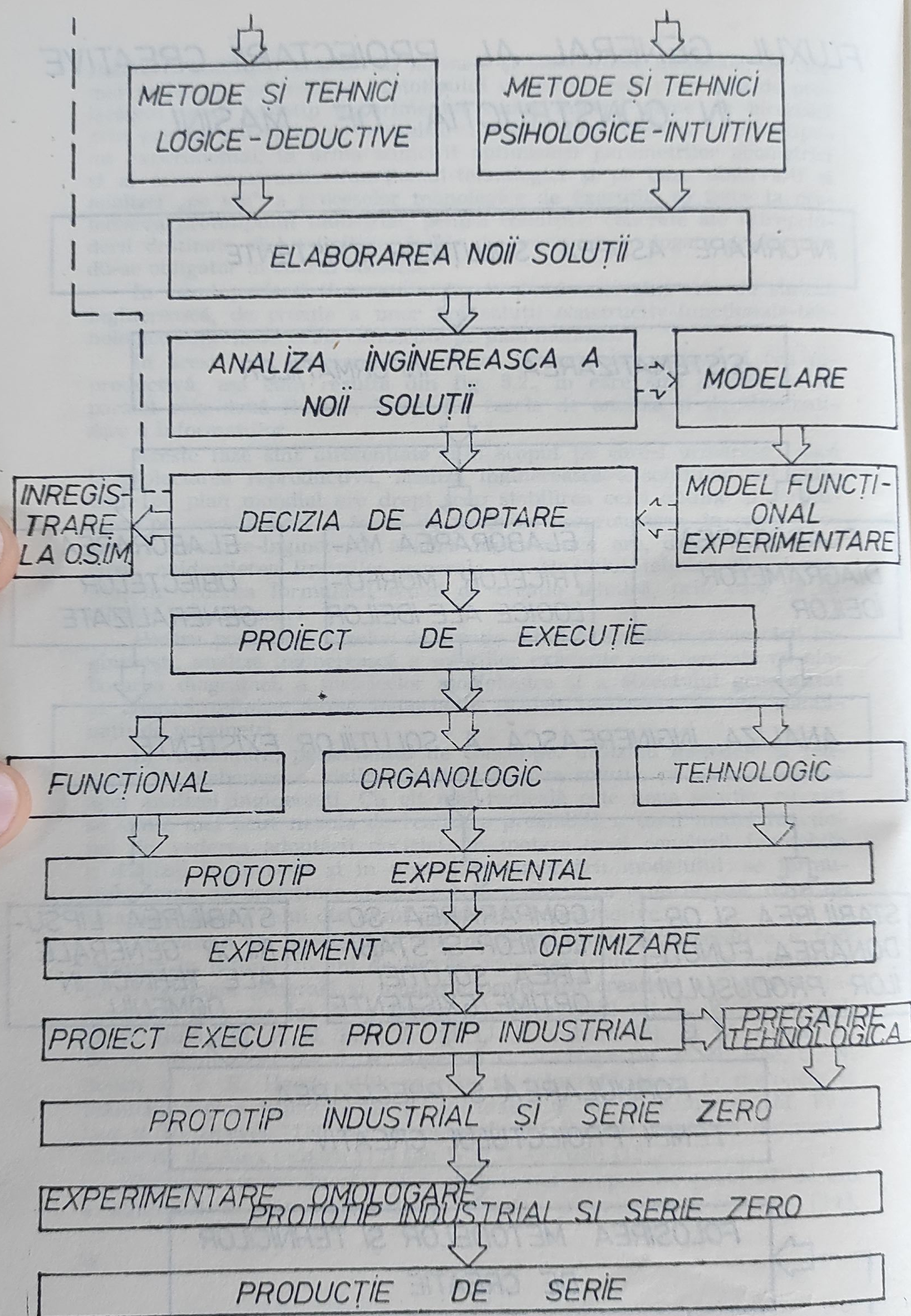


Fig. 5.3 (continuare)

[15], [16], [17], [18], [19], s-a elaborat o tehnologie tip pentru sinteza creativă a sculelor așchietoare [20].

Experimentarea cu bune rezultate a acestei tehnologii în formarea inginerilor de concepție, a permis, prin extindere, elaborarea unui flux general al proiectării creative în construcția de mașini, reprezentat în figura 5.3.

Fluxul proiectării creative începe cu informarea asupra soluțiilor constructiv-funcționale-tehnologice existente, pe baza consultării coordonate a revistelor de referate-recenzii-semnalare a brevetelor de invenții, a standardelor și normelor, a prospectelor, cataloagelor de produse și a reclamelor, a articolelor de specialitate destinate analizei inginerești și fundamentării științifice a noilor soluții, a monografiilor, tratatelor, manualelor și îndrumarelor.

Subliniem necesitatea începerii documentării prin consultarea și conspectarea revistelor de referate-recenzii-semnalare (Referativnii jurnal, Technisches Zentrallblatt-Maschinenwessen, Bulletin Signalétique-Science de l'ingénieur, Expres Informația etc.) întrucît prin aceasta se pot depista lucrările care interesează în cea mai mare măsură tema de proiectare. Este obligatorie și deosebit de importantă analiza brevetelor din clasa corespunzătoare, existente la brevetoteca Oficiului de Stat pentru Invenții și Mărci din București, întrucît soluțiile tehnice cele mai noi sînt reprezentate de brevete, care, de regulă, apar publicate cu 2—5 ani mai devreme decît articolele corespunzătoare de specialitate.

Consultarea standardelor, normelor departamentale și a prospectelor firmelor de specialitate este necesară, întrucît acestea legiferează practic soluțiile tehnice moderne aplicate pe plan mondial.

Pe baza revistelor de referate-recenzii-semnalare, se depistează principalele articole de specialitate care trebuie consultate în extenso. În urma consultării materialului documentar specificat, se trece la sistematizarea informațiilor, la stabilirea criteriilor de clasificare a soluțiilor existente și la clasificare. Este util ca aceste faze să se execute înainte de consultarea monografiilor, tratatelor și manualelor, pentru evitarea, chiar din fazele de sistematizare a informațiilor, a unor bariere și inerții psihologice ; în această situație, consultarea tratatelor, manualelor și monografiilor trebuie privită numai ca un mijloc de confruntare a sistematizării proprii cu cele consacrate.

În sinteza creativă, clasificarea trebuie să se concretizeze prin elaborarea diagramei și a matricelor morfologice de idei, bază importantă de lansare a fazelor creative.

Diagrama ideilor, care începe cu enumerarea și schematizarea domeniilor largi și continuă cu cea a subdomeniilor, rubricilor, subrubricilor etc. se caracterizează prin caracterul său deschis noutăților, ceea ce reprezintă una din cele mai importante surse de inspirație, de găsire de noi combinații, de noi soluții tehnice.

Este util ca această diagramă să fie însoțită, la fiecare soluție, de schema de principiu.

Același rol important îl are și matricea morfologică a ideilor, elaborată pe baza combinațiilor posibile a doi, sau trei parametri de bază.

Forma superioară de sinteză a informațiilor privind soluțiile constructiv-funcțional-tehnologice existente îl reprezintă elaborarea obiectului generalizat al creației tehnice, îmbinînd într-un ansamblu unic

diagrama ideilor și matricea morfologică, asigurînd caracterul deschis și vizualizat al sistematizării specific diagramelor de idei, precum și caracterul cuprinzător al tuturor combinațiilor posibile al matricii morfologice.

Ideile existente sînt apoi supuse unei amănunțite și multilaterale analize inginerești, care presupune parcurgerea următoarelor faze de bază :

— stabilirea și ordonarea funcțiilor produsului (tehnologiei) folosind tehnica deciziei impuse din ingineria valorii ;

— compararea soluțiilor existente și stabilirea soluției optime prin reordonare după numerele valorice ;

— stabilirea lipsurilor generale ale tehnicii în domeniu.

Pe baza parcurgerii celor trei faze de bază ale sintezei informațiilor, se poate realiza formularea și precizarea temei proiectului creativ, care, sub aspectul conținutului, constă în *concepția și proiectarea unei noi soluții, care să elimine, total sau parțial, lipsurile stadiului actual al tehnicii din domeniu.*

Etapei de informare și sinteză a informațiilor asupra soluțiilor constructiv-funcționale-tehnologice existente îi este consacrat în întregime capitolul 6 al prezentei lucrări.

În această etapă, în care domină gîndirea convergentă-logică a inventatorului, nu numai că se realizează o sinteză a informațiilor — o imagine globală și de amănunt asupra soluțiilor cunoscute, ci, de multe ori, prin elaborarea diagramelor și matricelor morfologice, sau a obiectului generalizat și analiza inginerească a soluțiilor existente, se produce direct iluminarea — se conturează noua soluție superioară.

Realizarea la un nivel corespunzător a acestei etape asigură o puternică rampă de lansare pentru concepție ; faptul că *o temă de creație științific formulată este pe jumătate rezolvată* se confirmă integral în inventică.

În cazul grupelor de creație studențești pe care le-am condus, am constatat că, atunci cînd conducătorul grupului prezintă de la început sinteza informațiilor, critica stadiului actual al tehnicii și formulează pe această bază tema de creație, aproximativ 10% dintre studenți ajung direct la rezultatul dorit, noua soluție superioară, fără a mai trece prin etapa folosirii organizate a metodelor și tehnicilor de creație.

Rezultate similare s-au obținut atunci cînd sinteza informațiilor, sub forma diagramelor și matricilor morfologice de idei, sau a obiectului generalizat al creației, au fost prezentate la sfîrșitul capitolelor sau subcapitolelor din cursul de proiectare a sculelor pe care îl predau ; în urma formulării temei de creație, un număr însemnat de studenți au prezentat, după cîteva zile, soluții noi judicioase, dintre care unele au și fost concretizate prin brevetare și lansare de produse.

După formularea și precizarea temei proiectului creativ, urmează etapa de bază — specifică proiectării creative — *folosirea metodelor și tehnicilor de creație pentru elaborarea noii soluții.*

Însușindu-și și folosind cu pricepere tehnicile logice-deductive de căutare prin matrici de idei, prin cercetare morfologică secvențial-selectivă, ponderată-selectivă, prin divizare pe submorfologii, prin enumerare ordonată-lexicografică, prin avansare aleatorie, prin asemănare sau prin diagrame de idei, expuse în capitolul 7, metodele logice — deduc-

tive cum sînt metoda matricilor morfologice de idei Zwicky-Moles, sau metoda obiectului generalizat, expuse în capitolul 8, tehnicile psihologice-intuitive de tipul asocierii, analogiei, inversiei, empatiei, combinării, imput-output etc. şi metodele intuitive de bază, cum sînt brainstormingul şi în special sinectica, expuse în capitolul 4, proiectantul creator are multiple posibilităţi de a ajunge la rezultatul dorit : *elaborarea noii soluţii superioare-viabile.*

Este evident că specialistul inventator va folosi în primul rînd tehnicile şi metodele logice-deductive de creaţie, singurele care îl pot conduce direct la obiectivul dorit, dar nu trebuie să neglijeze posibilităţile pe care le oferă tehnicile intuitive, în special asocierea, analogia şi extrapolarea, sau metoda sinectică, în generarea unor noi idei bazate pe inspiraţie ; *logica trebuie îmbinată cu intuiţia, ştiinţa cu arta creaţiei.*

Noua soluţie obţinută este supusă unei riguroase *analize inginereşti multilaterale*. Această analiză se referă nu numai la compararea valorii acesteia în raport cu cele ale soluţiilor cunoscute, folosind tehnica deciziei impuse, ci, de multe ori, în special cînd noua soluţie diferă radical de cele cunoscute, este necesară o modelare, o realizare şi experimentare a modelului funcţional.

Analiza inginerească reprezintă etapa de verificare a creaţiei tehnice şi presupune verificarea noii soluţii sub aspectul purităţii de brevet, elaborarea modelului fizico-matematic şi proiectarea şi realizarea modelului experimental, aplicarea principiilor fizico-matematice şi culegerea datelor experimentale, calculele şi verificarea acestora, evaluarea şi generalizarea noii soluţii, prezentarea rezultatelor şi recomandărilor şi evaluarea fiabilităţii, probleme cărora le este consacrat capitolul 9 al lucrării.

În ipoteza unor răspunsuri favorabile la problemele specifice ale analizei inginereşti, se ia *decizia de adoptare a noii soluţii* şi precizarea datelor pentru proiectul de execuţie.

Dacă rezultatele etapelor şi fazelor precedente sînt pozitive, obiectul proiectării inginereşti are atributele necesare caracterizării ca invenţie, adică, noutate absolută pe plan mondial, caracter tehnic-aplicativ, superioritate faţă de soluţiile cunoscute.

Dat fiind faptul că prin creşterea nivelului de dezvoltare al ştiinţei şi tehnicii, posibilitatea apariţiei simultane, sau apropiate în timp a unei noi idei viabile creşte, este strict necesar ca noua soluţie elaborată şi verificată să se breveteze. În general, înregistrarea la Oficiul de Stat pentru Invenţii şi Mărci trebuie operată în momentul cînd ideea este formulată şi precizată în aşa măsură, încît proiectantul poate redacta descrierea acesteia în conformitate cu normele interne şi internaţionale de redactare a descrierilor de invenţii, fiind convins de viabilitatea şi eficienţa acesteia.

O descriere de invenţie are următoarea structură : titlul, fraza introductivă de precizare şi localizare a titlului, prezentarea stadiului actual al tehnicii în domeniu, cu precizarea acelor lipsuri care sînt remediate prin soluţia proprie, enunţul de principiu, în care se prezintă principial modul original de remediere a lipsurilor, şi din care să se poată formula ulterior revendicările, descrierea detaliată a soluţiei şi desenele explicative redactate astfel, încît un specialist să le poată re-

produce fizic, pe baza unui proiect propriu, enunțarea argumentată a avantajelor și prezentarea revendicărilor — a contribuțiilor personale.

Acestor probleme le este consacrat capitolul 10 al prezentei lucrări. În afară de aceasta, inventatorul trebuie să cunoască bine legislația brevetării, precum și cea specifică implementării industriale și a progresului tehnic, prezentate detaliat în capitolul 11.

Etapa următoare, prin excelență logică, a proiectării creative este reprezentată de *proiectul de execuție*, avînd de regulă :

— o parte funcțională, destinată proiectării schemei cinematice, hidraulice, electrice, electronice, fluidice etc. a obiectului creației ;

— o parte organologică, destinată calculului și dimensionării organelor de mașini constituiente ;

— o parte tehnologică, destinată precizării unor tehnologii specifice și a parametrilor de bază ale acestora.

Pe baza proiectului de execuție și a unei pregătiri tehnologice operative, la nivelul atelierului de prototipuri, se realizează *prototipul experimental*, care este supus apoi *experimentului, perfecționării și optimizării*.

Pe baza rezultatelor experimentării-optimizării, se trece la *proiectul de execuție a prototipului industrial*, la pregătirea tehnologică a sectorului productiv corespunzător, la *realizarea, experimentarea și omologarea prototipului industrial și a seriei zero*, concretizată final prin *introducerea în producția de serie*, toate realizate în conformitate cu legislația în vigoare.

BIBLIOGRAFIE

1. DIXON R. JOHN — *Design Engineering*. Inventiveness, Analysis and Decision Making. Mc. Graw Hill Book Co 1966. Traducere în limba rusă Mir Moskva 1969.
2. HILL M. PERCY — *The Science of Engineering Design*. Holt. Rinehart and Winston Inc. New York 1970. Traducere în limba rusă Mir Moskva 1963.
3. CRUM L. W. — *Ingineria valorii*. Editura tehnică, București, 1976.
4. BUHL H. R. — *Creative Engineering Design*. Ames, Iowa. The Iova state University Press. 1960.
5. EDEL D. H. Jr. — *Introduction to Creative Design*. Englewood Cliffs New Jersey. Prentice-Hall, 1967.
6. GIBSON J. E. — *Introduction to Engineering Design*. New York Holt, Rinehart and Winston 1968.
7. KRICK E. W. — *An Introduction to Engineering and Engineering Design*. New York Wiley 1965.
8. MIDDENDORF W. H. — *Engineering design*. Boston. Allyn and Bacon, 1969.
9. ALGER J. R. M., HAYS C. V. — *Creative Synthesis in Design*. Englevood, New Jersey, Prentice Hall, 1964.
10. ROC P. H., SOULIS G. N., HANDA V. K. — *The discipline of design*. Boston Allyn and Bacon, 1967.
11. KAUFMAN A., FUSTIER M., DREVET N. — *L'Inventique*. Entreprise Moderne d'édition Paris, 1971.
12. OSBORN ALEX — *Aplied Imagination*. Charles Scribner's Sons New York 1957. Traducere în limba franceză Dunod Paris, 1971.
13. GORDON W. I. I. — *Synectics Harper and Brothers New York*, 1961.
14. BELOUS V. — *Proiectarea sculelor. Bazele proiectării sculelor așchietoare*. I. P. Iași, 1968.

15. BELOUS V. — *Proiectarea de rutină și proiectarea creativă-inginerească în domeniul sculelor așchietoare.* În volumul „Comunicările științifice" — Botoșani, 1978, pp. 11—12.
16. BELOUS V. — *Asupra etapelor creației tehnice în domeniul sculelor așchietoare. Creația tehnică și fiabilitatea în construcția de mașini.* vol. „Mașini unelte, scule, dispozitive" Iași, 1978, pp. 34—37.
17. BELOUS V. — *Metode psihologice de creație de noi scule așchietoare.* Ibid. pp. 28—33.
18. BELOUS V. — *Metode analitice pentru creația de noi scule așchietoare.* Ibid. pp. 14—19.
19. BELOUS V. și SEVERINCU M. — *Asupra unor metode analitice de creație tehnică.* Lucrările ses. științifice Creația tehnică și fiabilitatea în construcția de mașini. Vol. „Mașini unelte, scule, dispozitive". I. P. Iași, 1980.
20. BELOUS V. — *Sinteza sculelor așchietoare.* Editura Junimea, Iași, 1980.
21. BELOUS V. — *Inventica. Bazele creației tehnice și ale protecției industriale.* Rotaprint. I. P. Iași, 1984.
22. VERONE PIERRE — *Inventica.* Ed. Albatros, 1983.

CAPITOLUL VI

INFORMAREA ȘI SINTEZA INFORMAȚIILOR ASUPRA SOLUȚIILOR CONSTRUCTIV-FUNCȚIONALE EXISTENTE — ETAPĂ DE BAZĂ ÎN CREAȚIA TEHNICĂ

Activitatea generală a cercetătorului și creatorului de tehnică, în condițiile revoluției tehnico-științifice contemporane și a cincinalelor dedicate calității și eficienței, nu poate fi desprinsă de o amplă și profundă documentare tehnico-științifică.

Știința și tehnologia sînt determinate de dezvoltarea practicii sociale, dar această determinare este totdeauna mediată de cunoștințele dobîndite anterior, cunoștințe care trebuie și sînt utilizate de orice cercetător sau creator în domeniul tehnicii, dornic să rezolve o problemă nouă, așa cum orice producător de bunuri materiale sau culturale pune întotdeauna la contribuție, pe lîngă aportul său de efort, talent și inventivitate, tot ceea ce înaintașii au produs mai bun în domeniul respectivei creații.

În felul acesta, are loc îndelungatul proces de integrare a cunoștințelor anterioare în cele viitoare, de continuă perfecționare și adîncire a acestora, proces în cadrul căruia informarea cercetătorului asupra creațiilor precedente ocupă un loc de frunte, cercetătorul trebuind să culeagă, să examineze, să trieze și să sistematizeze documentele în care sînt prezentate stadiul actual al științei și cel al tehnicii în domeniul dat.

Ignorarea acestui adevăr îl poate conduce pe creatorul de tehnică la eforturi îndelungate, inutile și, uneori, cu rezultate de-a dreptul penibile.

Informarea și sinteza informațiilor poate constitui etapa hotărîtoare de pregătire în creația tehnică, dar totodată poate deveni sursa principală a blocajelor și inerției psihologice, cele mai importante frîne ale procesului de creație.

De aceea, consider că proiectantul creativ trebuie să îndeplinească în această etapă următoarele condiții de bază :

a) Să îmbine gîndirea convergentă, în vederea aprofundării soluțiilor constructiv-funcționale existente, cu cea divergentă, în vederea corelării soluțiilor existente, necesară creării unei corecte imagini de ansamblu.

b) Să abordeze critic soluțiile existente, cu ochi de inventator, sau, așa cum susține prof. dr. ing. M. W. Thring din Anglia, cu ochii unui extraterestru, care permanent își pune întrebarea : „Oare de ce se face în acest mod, nu s-ar putea pe altă cale, mai eficientă ?“ [1].

c) Să evite pe cît posibil închiderea psihologică a sistemului de infor-

maţii, folosind noile metode de sinteză a informaţiilor, cum sînt diagrama ideilor, matricea morfologică a ideilor, sau chiar obiectul generalizat al creaţiei tehnice, ca metodă originală ieşeană. [2].

d) Însăşi sinteza informaţiilor să capete o notă personală originală, o trambulină de pe care se poate efectua un salt mult mai lung, decît de pe o trambulină bazată pe un tratat, sau manual al unei autorităţi în domeniu, de la care împrumutăm prin forţa lucrurilor, nu numai sistemul informaţional, ci şi modul de a gîndi; ori, pentru a realiza lucruri noi, trebuie să şi gîndim într-un mod nou — original. Cele de mai sus pot fi susţinute şi de o experienţă personală a autorului; în anul 1959, în urma analizei cursului de Proiectarea sculelor aşchietoare, pe care abia începusem să-l predau studenţilor Facultăţii de mecanică, am fost criticat, pe bună dreptate, de către comisie, că nu prezint şi procedeele de ascuţire a burghielor elicoidale atît de importante, atît pe plan naţional cît şi mondial, pentru reducerea consumului de scule. În rezolvarea problemei, nu m-am rezumat la tratatele, manualele şi monografiile pe care le aveam la dispoziţie, ci am început documentarea cu revistele de referate şi articole de specialitate, sintetizînd informaţiile după criterii stabilite personal, prezentîndu-le final într-un tabel comparativ, în care pe verticală erau înscrise procedeele de ascuţire cunoscute, iar orizontal, funcţiile necesare, acordîndu-se pentru fiecare funcţie semnele +, 0 sau —. În felul acesta s-a putut contura o imagine globală asupra soluţiilor existente, neinfluenţată de autorităţile din domeniu şi din care rezulta o importantă concluzie critică asupra stadiului respectiv al tehnicii. *„O complexitate cinematică exagerată faţă de scop"*. Abia după circa 15 ani am aflat că de fapt aplicasem spontan metoda deciziei impuse din ingineria valorii, iar tema de creaţie formulată *„Un nou procedeu simplificat cinematic"* a condus la realizarea a 12 invenţii, dintre care 3 cu caracter pilot, brevetate şi în S.U.A., R.F.G., Elveţia, Franţa, Italia etc., premiate la expoziţiile naţionale şi internaţionale.

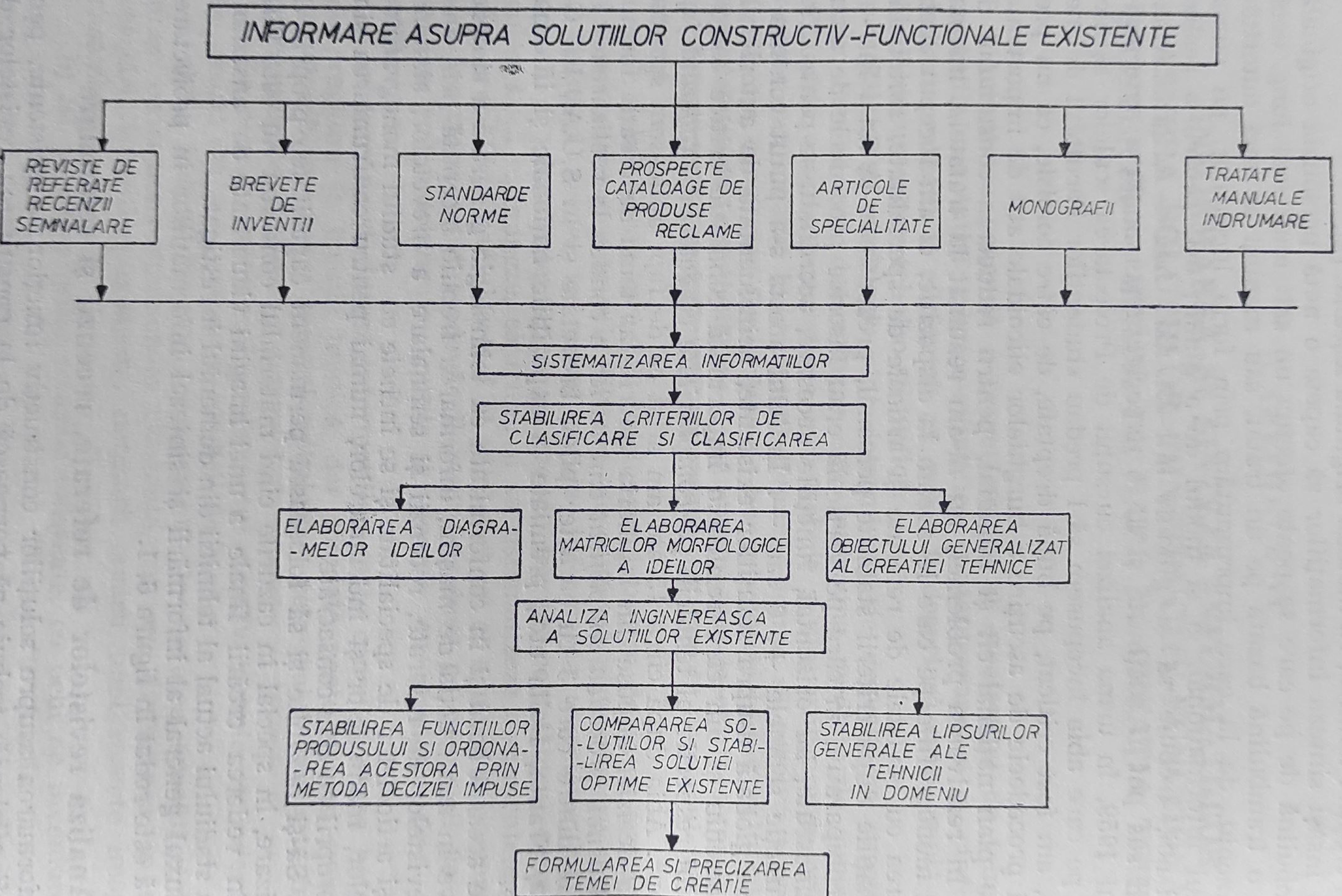
Pe această bază şi în conformitate cu tehnologia generală a sintezei creative în construcţia de maşini, informarea trebuie începută prin analiza revistelor de referate, recenzii şi semnalare a brevetelor, standardelor şi articolelor de specialitate şi se încheie cu studiul monografiilor, tratatelor, manualelor şi îndrumarelor, numai pentru confruntarea sintezei proprii cu cele consacrate.

e) Să-şi dezvolte şi să folosească permanent capacitatea proprie de vizualizare, în special în cazurile cînd materialul consultat nu este ilustrat, în vederea creării finale a unei imagini vizualizate de ansamblu asupra stadiului actual al tehnicii din domeniul investigat.

Fluxul general al informării şi sintezei informaţiilor în proiectarea creativă este redat în figura 6. 1.

6.1. Analiza revistelor de referate, recenzii şi semnalare

Informarea asupra soluţiilor constructiv funcţionale existente, pentru a fi eficientă, trebuie să pornească de la consultarea revistelor de referate, recenzii, semnalare, care, cu toate că nu cuprind decît maximum 50—80% din articolele, brevetele, monografiile, manualele şi tratatele publicate pe plan mondial, reprezintă calea principală de depis-


INFORMARE ASUPRA SOLUTIILOR CONSTRUCTIV-FUNCTIONALE EXISTENTE
REVISTE DE REFERATE RECENZII SEMNALARE
BREVETE DE INVENTII
STANDARDE NORME
PROSPECTE CATALOAGE DE PRODUSE RECLAME
ARTICOLE DE SPECIALITATE
MONOGRAFII
TRATATE MANUALE INDRUMARE
SISTEMATIZAREA INFORMATIILOR
STABILIREA CRITERIILOR DE CLASIFICARE SI CLASIFICAREA
ELABORAREA DIAGRA-MELOR IDEILOR
ELABORAREA MATRICILOR MORFOLOGICE A IDEILOR
ELABORAREA OBIECTULUI GENERALIZAT AL CREATIEI TEHNICE
ANALIZA INGINEREASCA A SOLUTIILOR EXISTENTE
STABILIREA FUNCTIILOR PRODUSULUI SI ORDONA-REA ACESTORA PRIN METODA DECIZIEI IMPUSE
COMPARAREA SO-LUTIILOR SI STABI-LIREA SOLUTIEI OPTIME EXISTENTE
STABILIREA LIPSURILOR GENERALE ALE TEHNICII IN DOMENIU
FORMULAREA SI PRECIZAREA TEMEI DE CREATIE
Fig. 6.1.

tare a materialelor publicate în domeniul care îl interesează pe proiectantul creativ de noi construcții de mașini. Sarcina documentării în acest domeniu al tehnicii este întrucîtva simplificată, întrucît, în general, cercetătorul trebuie să studieze numai materialele publicate în ultimii 10—15 ani. Proiectantul de concepție trebuie să găsească o soluție de echilibru între cantitatea foarte ridicată de material informativ, exigențele informării și timpul disponibil pentru aceasta. Așa după cum o informare superficială poate conduce la surprize neplăcute în fazele superioare ale proiectării creative, exagerarea și absolutizarea „O operă mare, la care urmașii să nu mai adauge nimic" poate conduce la un consum inutil de energie, care să producă sterilitate în fazele hotărîtoare ale procesului de creație tehnică. Analiza revistelor de referate recenzii și semnalare are drept scop depistarea acelor brevete, articole de specialitate și monografii care privesc direct obiectul proiectării creative.

Pentru a găsi titlurile lucrărilor de bază, intrate în bibliotecile din țară, se poate folosi cu succes revista de titluri, seria Construcții de mașini, editată de CNST-Institutul Național de informare și documentare. Fișele de semnalare pe care le conține publicația prezintă titlul lucrării tradusă în limba română, datele bibliografice pentru identificarea lucrării originale, descriptori și indici de clasificare pentru caracterizarea conținutului informațional al acesteia.

Pot fi folosite cu succes revistele de referate publicate în străinătate; dintre acestea cea mai cuprinzătoare este revista „Referativnîi jurnal" cu cele 12 serii din domeniul construcțiilor de mașini ale acesteia, în care sînt cuprinse 75—85% din lucrările publicate pe plan mondial. Datorită faptului că o mare parte din referate sînt semnate de specialiști și oameni de știință cunoscuți în domeniu, conținînd uneori și considerații critice, materialele analizate pot servi ca o bază serioasă pentru a trece în fazele următoare de analiză a articolelor de specialitate, brevetelor, monografiilor, normelor și prospectelor.

Un număr mai redus de referate, cuprinzînd maxim 30—40% din ce se publică pe plan mondial în domeniul construcțiilor de mașini, publică revista franceză de semnalare Bulletin Signalétique seria Sciences de l'ingénieur.

Drept sursă de depistare a principalelor lucrări în domeniu, poate fi folosită și revista germană de referate „Technisches Zentral-Blatt Abteilung Maschinenwesen" (R.D.G.).

6.2. Analiza brevetelor de invenții

Pentru proiectantul creator din domeniul construcțiilor de mașini, informarea pe bază de brevete constituie principala formă de documentare, din următoarele motive:

— noile soluții constructiv-funcționale serioase apar dintîi (2—5 ani mai devreme) sub formă de brevete publicate și abia după aceasta sub formă de articole de specialitate, prospecte, standarde sau monografii.

— descrierile de invenții sînt superioare altor izvoare de documentare prin faptul că în fiecare descriere se tratează sistematic, o sin-

gură temă, tipărirea făcîndu-se în fascicule. Însăși modelul standard de redactare a unei invenții, care presupune prezentarea stadiului actual al tehnicii în domeniu, critica acestui stadiu, evidențierea lipsurilor, enunțarea soluției de principiu, care elimină lipsurile, prezentarea tehnică detaliată a noii soluții, a avantajelor și a revendicărilor, care sintetizează contribuția personală a inventatorilor, ușurează atît citirea și analizarea invențiilor, cît și formarea unei păreri generale asupra stadiului actual al tehnicii și a lipsurilor acesteia. De aceea, în țările dezvoltate industrial, brevetele sînt consultate sistematic de către specialiști, în vederea informării nu numai asupra soluțiilor celor mai noi, ci și asupra orientării spre care se îndreaptă preocupările pe plan mondial, la un moment dat.

Sursa principală o reprezintă brevetoteca de la Oficiul de Stat pentru invenții și mărci, care conține peste 9 milioane de descrieri de invenții acordate în principalele țări industriale. În medie, circa 30% din descrieri conțin cîte 2—5 pag. tipărite, 50% cîte 5—10 pag., 12% cîte 10—15 pag., 6% cîte 50—100 pag., iar 2% peste 100 pag. tipărite însoțite de zeci și sute de figuri. [3] [4].

Dar consultarea descrierilor de invenții este necesară și pentru analiza purității de brevet, în special pentru noile soluții constructiv-funcționale proprii, destinate exportului ; în acest sens, cu toate că soluția de ansamblu este originală, aceasta poate avea în structură brevete străine în vigoare pentru detalii ; de exemplu un autoturism are în medie în structură 600—700 brevete în vigoare pentru motor, suspensie, amortizoare, carburator, frîne etc. O freză frontală armată cu elemente demontabile, cu toate că pare simplă ca structură, poate conține totuși mai multe brevete, pentru sistemul de poziționare-fixare al sculei, pentru dinții cu plăcuțe demontabile, pentru poziționarea-fixarea dinților sau plăcuțelor, pentru reglarea poziției reciproce a acestora, pentru procedeul de restabilire a calităților așchietoare, pentru reascuțire, pentru șuruburi, pene, locașuri etc. Achiziționarea unei licențe de fabricație pentru o anumită construcție poate astfel antrena și necesitatea achiziționării licențelor de brevet de la terți, cu consumul respectiv, suplimentar, de valută. Iată din ce cauză trebuie combătută părerea falsă a unor specialiști din domeniul construcțiilor de mașini în conformitate cu care numai soluțiile publicate în revistele de specialitate, în monografii, prospecte, manuale, tratate sînt soluții reale, aplicate și verificate în practică, pe cînd cele din descrierile de invenții, nu reprezintă de cele mai multe ori decît deziderate și fantezii ale inventatorilor, fără nici o valoare practică.

Este evident că proiectantul creativ trebuie să-și concentreze atenția pe brevetele apărute în ultimii 15 ani și care sînt deci în vigoare.

Analiza literaturii de brevete trebuie efectuată însă, nu numai în etapa de informare și sinteza informațiilor, ci în toate etapele și fazele proiectării creative. Așa cum rezultă din tabelul sintetic 6.1 privind scopurile și problemele de rezolvat în diferitele stadii ale proiectării creative elaborat de către I. Kicikin și E. Skorneakov [5] :

TABEL 6.1

Stadiul	Probleme de rezolvat	Scopul și conținutul informării	Adîncimea prospectării ani
Planificare	Stabilirea temei de cercetare — proiectare.	Fundamentarea necesității includerii temei în plan ; evitarea reinventării unor lucruri cunoscute ; fundamentarea recomandării pentru achiziționarea de licență.	10 ani
Precizarea temei de creație (tema pentru proiectul tehnic)	Formularea scopului proiectului creativ și a indicatorilor săi tehnico-economici.	Determinarea tendințelor în dezvoltare, a nivelului tehnic actual și al producției, a nivelului tehnic mondial și a celui de perspectivă.	15—20 ani
Elaborarea soluției de principiu	Generarea ideilor, a noii soluții de bază și analiza variantelor posibile.	Fundamentarea alegerii optimale a structurii de bază funcție de nivelul tehnic mondial, a brevetabilității, a purității de brevet și a competitivității variantelor de rezolvare.	50 ani
Proiect prototip experimental	Concretizarea constructivă a schemei structurale a noii construcții, a procesului tehnologic sau a procedeului.	Determinarea, în scopul asigurării unui ridicat nivel tehnic, a brevetabilității și a altor indicatori care caracterizează noua soluție în comparație cu cele cunoscute pe plan mondial și în perspectivă.	50 ani
Proiect tehnic	Dezvoltarea constructiv-tehnologică a diferitelor organe și subansamble sau a diferitelor operații ale procedeului.	Idem pentru detalii.	50 ani

Cel mai important sistem de clasificare a brevetelor este sistemul internațional de clasificare, pe baza căruia acestea pot fi consultate în sala de lectură a brevetotecii centrale de stat, fie prin procurarea de microfilme, fotocopii sau xerocopii. Începînd cu 1 iulie 1962 și pe descrierile românești de invenție se aplică clasificarea internațională, care cuprinde 8 secțiuni, 20 subsecțiuni, 115 clase și 607 subclase, iar pentru unele domenii și în grupe și subgrupe.

Cele 8 secțiuni de bază sînt notate cu litere mari ale alfabetului latin, după cum urmează :

A — satisfacerea condițiilor de viață ale omului ;
B — procese și utilaje de lucru ;
C — chimia și metalurgia ;
F — construcții ;

D — industria textilă și a hîrtiei ;
F — mecanică aplicată, iluminat, încălzit, motoare și pompe, armament ;
G — fizica tehnică ;
H — electricitate

Evident că pentru proiectantul creator din domeniul construcțiilor de mașini, secțiunile de bază sînt în ordine, B, F și D.

Clasele se notează cu cifre arabe iar subclasele prin litere latine mici de mînă. Subclasele se pot împărți în două grupe, notate de regulă prin cifre impare și în subgrupe, notate cu cifre pare. Prima subgrupă din fiecare grupă se notează cu indexul 00, constituind o rubrică de rezervă pentru indicarea unor invenții care nu pot fi notate cu ajutorul subgrupelor curente ale respectivei grupe.

Gradul de subordonare între grupe și subgrupe se exprimă suplimentar, prin folosirea alături de cifra respectivă a unui punct sau a mai multor puncte de distanțare.

O sursă importantă de informare asupra brevetelor o constituie *buletinele oficiale pentru invenții și mărci* editate de oficiile naționale pentru invenții și mărci din diferite țări, în care se prezintă informații asupra invențiilor înregistrate, invențiilor brevetate, însoțite, uneori, ca de exemplu în Buletinul R.S.R. pentru invenții și mărci și de un rezumat și revendicări. Aceste informații apar mult mai devreme decît descrierile detaliate de invenții.

În buletinele oficiale se prezintă și indexul de nume de autori și numere de invenții înregistrate, acordate, scoase de sub protecție, sau care și-au schimbat titularul, licențele de brevet etc.

În afară de Buletinul R.S.R. care prezintă numai invențiile înregistrate de către Oficiul Național de Stat pentru invenții și mărci (O.S.I.M.) trebuie consultate și buletinele oficiale ale țărilor celor mai avansate din punctul de vedere al industriei construcțiilor de mașini (S.U.A., Anglia, U.R.S.S., R.F.G., Franța, Japonia, Elveția etc.).

Astfel, în S.U.A. apare „Official gazette of the US. Pat. Office“, în Anglia „Official journal (Patents), în R.F.G. „Auszüge aus den Patentanmeldungen“ și „Auszüge aus den Ofenlegungsschrihten“, în Franța „Bullétin official de la propriété industrielle“, în Japonia „Tokke Koxo“, în Elveția „Schweizerisches Potent Blatt“ etc.

Din anul 1972 apare în U.R.S.S. o deosebit de utilă publicație „Izobretenia za rubejom“ iar din 1978 „Izobretenia v SSSR i za rubejom“ care cuprinde toate invențiile brevetate și publicate în U.R.S.S. și în S.U.A., Anglia, Franța, R.F.G., Elveția și Japonia, incluzînd deci toate datele publicate în buletinele oficiale ale acestor țări. Între anii 1972 — 1974 publicația era editată în 33 de serii tematice, corespunzător celor mai importante secțiuni și clase de clasificare internațională, iar în 1975 numărul acestora a crescut la 40. Fiecare volum din serie are trei părți ; într-o primă parte, împărțită în 7, corespunzător celor 7 țări, se prezintă într-o ordine crescătoare a indicilor internaționali de clasificare referatele asupra invențiilor acordate. Pentru comoditatea utilizării informațiilor, fiecare referat are forma unui tichet-fișă, decupabil, pe a cărui parte frontală este prezentată traducerea în limba rusă a referatului, revendicările, numărul de înregistrare, numărul brevetului acordat, prioritate convențională, date despre titular și autori, index și clasificări internaționale, naționale și zecimale universale, numărul bule-

tinului oficial național în care a apărut în original informația și data publicării. Pe dosul fișei se prezintă datele bibliografice, referatul original în limba națională și schema de principiu.

În partea a doua a buletinului sînt prezentate informații bibliografice asupra invențiilor sovietice brevetate în celelalte șase țări avansate și asupra brevetelor analoge prezentate deja (prin brevet analog înțelegîndu-se brevetul avînd aceeași titulari, autori și conținut, brevetat într-o altă țară, decît în cea în care a fost înregistrată inițial).

În partea a treia sînt prezentați indicatorii numerici și sistematici pentru fiecare din cele șapte țări. Indicatorul numeric conține numărul buletinului sau a înregistrării, clasa internațională și numărul buletinului oficial național.

Indicatorul sistematic conține clasa în clasificarea națională și numărul brevetului sau a înregistrării.

Într-un singur număr, din cele 12 care apar anual (nr. 11 — 1980), al revistei „Izobretenie v S.S.S.R. i za rubejom“ — seria 26 (B 23 — Prelucrarea metalelor prin așchiere, mașini unelte, scule, procedee și dispozitive pentru prelucrarea metalelor) sînt prezentate 334 invenții sovietice, 86 germane, 46 franceze, 19 engleze, 99 americane, 101 japoneze și 24 elvețiene în domeniu.

Metodologia cercetării riguroase a literaturii de brevete comportă parcurgerea a 4 etape caracteristice [5] :

a) precizarea obiectului cercetării, în cadrul căreia, proiectantul creativ, după ce se familiarizează în prealabil cu sistemele de clasificare și cu particularitățile structurii rubricilor specifice temei, precizează obiectul cercetării și elaborează capul de tabel sistematic cel mai adecvat.

b) stabilirea grupului de țări investigat, funcție în primul rînd de gradul de dezvoltare industrial-tehnologică specifică a acestora.

c) stabilirea intervalului de timp de investigare, funcție de etapa concretă a proiectului creativ ; în acest sens, pentru etapa de informare și sinteza informațiilor, este suficientă o profunzime de 10—15 ani, în timp ce pentru etapa de evaluare și analiză inginerească, de stabilire a brevetabilității noii soluții, este necesară o cercetare mai profundă, pe un interval de 50 de ani.

d) cercetarea de fond a descrierilor de invenții.

Din punctul de vedere al mijloacelor și al tacticii adoptate, cercetarea descrierilor de invenții poate fi de tipul *tematic* (după obiectul invenției), *nominal* (după țări, firme, titulari, autori), *cercetarea prin intermediul trimiterilor bibliografice și cercetarea gamei de patente analoge*.

În analiza și sinteza informațiilor pe bază de brevete se poate apela la serviciile Oficiului de stat pentru invenții și mărci, care se efectuează, contracost, după cum urmează :

1. — Efectuarea de cercetări-documentare din descrierile brevetelor de invenții și transmiterea copiilor de pe descrierile care se încadrează în tema dată.

2. — Efectuarea cercetării „purității de brevet“ pe teritoriul R.S.R. pentru produsele asimilate de unități pe baza modelelor de referință străine.

3. — Identificarea brevetelor care conțin aceeași soluție brevetată în mai multe state, plecînd de la firmă (titular), țară, dată de prioritate,

nr. de înregistrare națională, sau număr de brevet, pentru perioada 1960 — la zi (brevete analoge).

4. — Transmiterea copiilor xerox de pe descrierile invențiilor solicitate de beneficiar prin comandă individuală, nominalizînd nr. de brevet sau comandă, abonament pe țări și pe o clasă dată.

5. — Punerea la dispoziția specialiștilor spre consultare în sala de lectură O.S.I.M. a colecțiilor de descrieri de brevete de invenții organizate pe țări și ani de publicare, specialiștii O.S.I.M. acordînd asistența tehnică necesară selectării descrierilor din domeniul dat.

6. — Punerea la dispoziția specialiștilor în sala de lectură a O.S.I.M. a indexurilor cu date bibliografice din brevete, editate cu ajutorul calculatorului, din principalele țări dezvoltate industrial.

7. — Transmiterea pe bază de comandă fermă a listelor editate prin calculator care conțin datele bibliografice din băncile de date CAPRI și ASBA-INPADOC, pentru perioada 1920 — pînă la zi.

8. — Transmiterea pe bază de comandă fermă a copiilor benzilor magnetice conținînd băncile de date CAPRI-INPADOC, beneficiarul asigurînd benzile magnetice vide și costul prelucrării pe calculator.

6.3. Analiza standardelor, normelor departamentale, normelor interne, a prospectelor și reclamelor

Consultarea critică a standardelor, normelor departamentale și a celor interne prezintă o importanță deosebită în sinteza informațiilor, dat fiind rolul acestora în raționalizarea activității tehnice pe plan național și internațional. Majoritatea standardelor din domeniul construcțiilor de mașini apar la indicativul C. 12 — industria de mașini pentru uz general și au rolul de a fixa nivelul ferm național al soluțiilor constructiv-funcționale la data redactării standardului. Fiind și un normativ de stat, standardul trebuie respectat în elaborarea noilor soluții, iar dacă aceasta nu este posibil, după realizarea, experimentarea și verificarea industrială, standardele corespunzătoare se revizuiesc. De obicei, standardele dintr-un anumit domeniu sînt grupate în culegeri de standarde și comentarii, care apar periodic în biblioteca standardizării. În acest sens le sînt cunoscute proiectanților culegerile tematice de standarde „fonte și oțeluri", „scule așchietoare", „organe de mașini" etc.

De mare importanță este consultarea normelor departamentale elaborate de regulă de către institutele centrale de cercetare științifică și inginerie tehnologică cum sînt : ICSIT Titan, pentru mașini unelte, scule, mecanică fină, ICSIT Faur pentru tehnologii în construcția de mașini, INMT pentru motoare termice etc.

Cu tot caracterul lor optimist-exagerat, prospectele și reclamele firmelor de prestigiu din domeniul construcțiilor de mașini reprezintă una din sursele de bază de informare asupra celor mai noi realizări din domeniu. Ca și brevetele de invenții, prospectele și reclamele apar mult înaintea articolelor de specialitate și a monografiilor și pot fi consultate la serviciile de proiectări ale întreprinderilor constructoare de mașini funcție de profilul acestora, precum și la direcțiile de aprovizio-

nare a Ministerului Industriei Construcţiilor de Maşini şi a Ministerului pentru Construcţia de Maşini-Unelte şi Electrotehnicii. O importantă posibilitate în acest sens o reprezintă vizitarea tîrgurilor internaţionale universale şi de profil.

6.4. Analiza articolelor de specialitate

După stabilirea titlurilor, autorilor şi publicaţiilor în care au apărut articole de specialitate, care interesează direct în cadrul temei date, proiectantul creativ trece la analiza articolelor de specialitate „in extenso", concentrîndu-şi atenţia numai pe aspectele care îl interesează direct, astfel încît şi în această fază să îmbine operativitatea cu profunzimea analizei. În acest scop, creatorul de tehnică trebuie să-şi dezvolte permanent capacitatea de citire rapidă a materialului documentar, combinată cu aprofundarea temeinică a aspectelor esenţiale din această fază; soluţiile găsite trebuie privite critic, depistîndu-le deficienţele de bază, fără a le subestima însă calităţile. Marea majoritate a articolelor de specialitate sînt publicate în revistele de profil, precum şi în Analele institutelor de învăţămînt superior tehnic, contribuind substanţial la înţelegerea bazelor teoretico-experimentale ale noilor soluţii brevetate în lume. Dintre revistele de specialitate din domeniul construcţiilor de maşini, pot fi citate : „Maschinenbautechnik", „Werkstadt und Betrieb", „Industrie Anzeiger", „Das Industrie Blatt", „Fertigungstechnik" în R. F. G., „Machine moderne" şi „Machine outil" în Franţa, „Machinen markt" în Elveţia, „Strojirenstvi" şi „Strojrenstvi Viroba" în R.S.C., „Kikai ghisziutu", „Mechanical engineering" şi „Transactions of JSME" în Japonia, „Construcţia de maşini" din R.S.R., „Maşinostroenie", „Stanki instrument", „Motor" în U.R.S.S. etc.

6.5. Analiza monografiilor

Monografiile, prin caracterul lor unitar, îngust, sistematic şi de sinteză a stadiului ştiinţei şi tehnicii din domeniu, mergînd pînă la 3—5 ani înainte de data apariţiei, de multe ori sintetizînd lucrări valoroase de specialitate realizate chiar de autorul monografiei — supraspecializat în domeniu, reprezintă o importantă sursă de documentare pentru proiectantul creativ. Este totuşi recomandabil, în vederea evitării blocajelor şi inerţiei psihologice, chiar din faza de documentare, ca analiza monografiilor să fie amînată după sistematizarea proprie a soluţiilor rezultate din analiza brevetelor, standardelor, normelor, prospectelor şi articolelor de specialitate, pe baza unor criterii proprii de clasificare. De altfel, analiza monografiilor are drept scop principal confruntarea sintezei proprii cu cea a unor autorităţi în domeniu, efectuată mai devreme cu cîţiva ani.

6.6. Analiza capitolelor din tratate, manuale şi îndrumare de proiectare

Informarea pe baza capitolelor şi subcapitolelor din tratate, manuale şi îndrumare de proiectare, prezintă importanţă în special dato-

rită gradului înalt de sistematizare și de organizare a acestor materiale, dar pentru evitarea accentuării „inerției psihologice" această fază a documentării trebuie amînată după efectuarea sintezei proprii a informațiilor. Într-adevăr, capitolele din tratate, manuale și îndrumare de proiectare sînt organizate în urma unei filtrări a cunoștințelor din domeniu, prin prisma gîndirii personale a autorilor — autorități în domeniu — și este subordonată criteriului transmiterii cît mai operative și eficiente a cunoștințelor către cititor, avînd de multe ori un caracter închis — blocant din punct de vedere psihologic, în timp ce sistematizarea informațiilor de către proiectantul creator este subordonată criteriului critic al depistării lipsurilor stadiului actual al tehnicii în domeniu, stabilirii pe această bază a criteriilor proprii de clasificare, elaborării diagramei și a matricelor morfologice a ideilor, a obiectului generalizat al creației tehnice, precum și formulării temei de sinteză creativă a unei noi construcții de mașină, procedeu sau tehnologie.

6.7. Sinteza informațiilor

Pe baza analizei revistelor de referate, recenzii și semnalare, a articolelor de specialitate și monografiilor, a brevetelor, standardelor, normelor departamentale, normelor interne, cataloagelor și prospectelor firmelor, proiectantul creator trece la sinteza informațiilor, adică la stabilirea criteriilor de clasificare și la clasificare, la elaborarea diagramei și a matricelor morfologice a ideilor, la elaborarea obiectului generalizat al creației tehnice.

6.7.1. Stabilirea criteriilor de clasificare și clasificarea soluțiilor existente

Clasificarea soluțiilor existente prezintă o fază importantă în cadrul sintezei informațiilor, întrucît prin aceasta se creează imaginea de ansamblu asupra stadiului actual al tehnicii în domeniu. Este evident că sînt posibile multiple criterii de clasificare, proiectantul creativ urmînd să se fixeze asupra unui criteriu principal și a cîtorva criterii secundare de clasificare ; în stabilirea criteriilor principale de clasificare, trebuie avut în vedere faptul că, încă din această fază, trebuie să se reflecte și să se evidențieze lipsurile principale ale stadiului actual al tehnicii în domeniu, cu alte cuvinte, clasificarea în cadrul proiectării inginerești trebuie să fie subordonată cît mai puțin aspectului formal și cît mai mult aspectelor de conținut, constructiv-funcționale, tehnologice, accentuîndu-se pe aspectele în care stadiul actual al tehnicii prezintă importante slăbiciuni.

6.7.2. Elaborarea diagramei ideilor

Este foarte greu de stăpînit și de a avea în minte simultan, multitudinea informațiilor asupra soluțiilor constructiv-funcționale-tehnologice existente ; dimpotrivă, vizual, proiectantul are capacitatea de a se concentra simultan asupra unui număr mare de soluții, distingîndu-le

ușor între ele. Cel mai important mijloc de vizualizare îl reprezintă diagrama ideilor, care într-o singură planșă, pe baza criteriilor de clasificare elaborate anterior, conține ansamblul soluțiilor existente. Elaborarea diagramei ideilor începe cu fixarea domeniilor mai largi, apoi a subdomeniilor, a tipurilor, a variantelor constructiv-funcționale ș.a.m.d. (fig. 6.2).

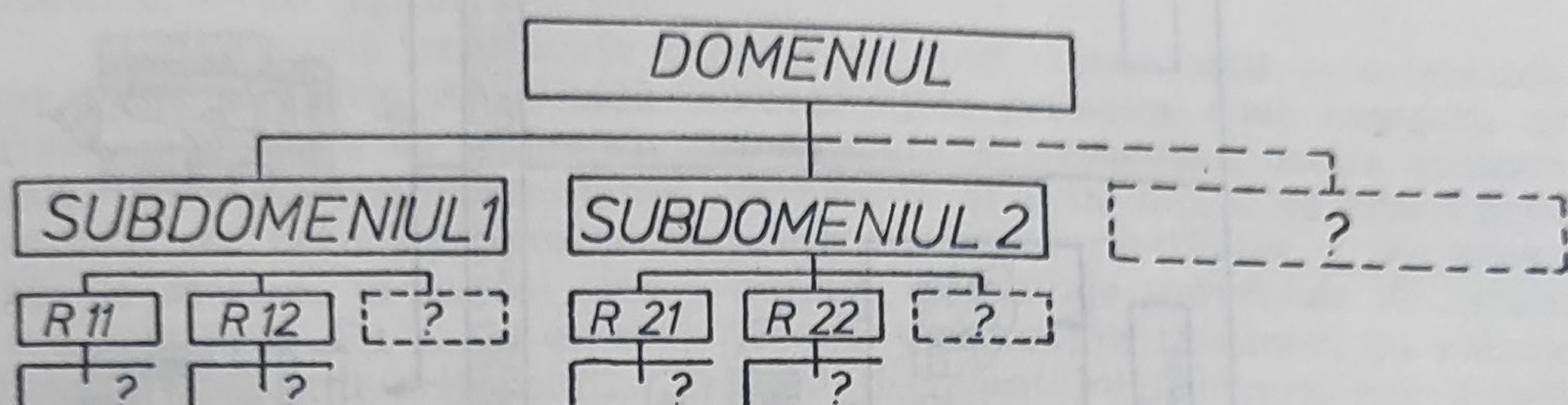


Fig. 6.2.

Prezentarea domeniilor, subdomeniilor, tipurilor, variantelor constructiv-funcționale etc. se face pe bază de scheme de principiu din care să rezulte clar soluția de bază și are un caracter deschis. Este evident că diagrama ideilor este cu atît mai completă cu cît mai amplă a fost informarea. Caracterul deschis al diagramei ideilor reprezintă una din cele mai importante surse de inspirații, de găsire de noi combinații în cadrul aceluiași nivel de clasificare, de noi soluții tehnice.

6.7.3. Exemplu de diagramă a ideilor

Se consideră cazul frezelor frontale armate cu plăcuțe din carburi metalice sinterizate, diagrama ideilor fiind elaborată la nivelul anului 1969, anul realizării primului brevet românesc de freză frontală cu ascuțire continuă (brevet R.S.R. 59323 — freză cu dinți demontabili armați cu plăcuțe metalo-ceramice, autor Belous V., Cojocaru Gh., Stan M. și Simion Al.). Drept criteriu de clasificare a domeniilor s-a stabilit *legătura dintre plăcuță și corp și modul de restabilire a calităților așchietoare*, distingîndu-se 5 domenii cunoscute. Pentru clasificarea în subdomenii s-a stabilit drept criteriu de clasificare, *soluția constructiv-funcțională* a legăturii dintre plăcuță și corp.

Pe baza analizei și sintezei informațiilor din revistele de referate, recenzii și semnalare, brevete, standarde, norme departamentale interne, prospecte, cataloage și reclame, articole de specialitate și monografii, a rezultat diagrama ideilor din fig. 6.3.

Pentru simplificarea diagramei și pentru ușurința vizualizării n-au fost reprezentate soluțiile constructiv-funcționale nediferențiate esențial față de cele de bază.

Analiza atentă a diagramei ideilor în ce privește domeniile conduce la următoarele concluzii critice de bază :

a. — Frezele frontale cu plăcuțe brazate de colț sau cu dinți demontabili prezintă avantajul robusteței și a numărului mare de reas-

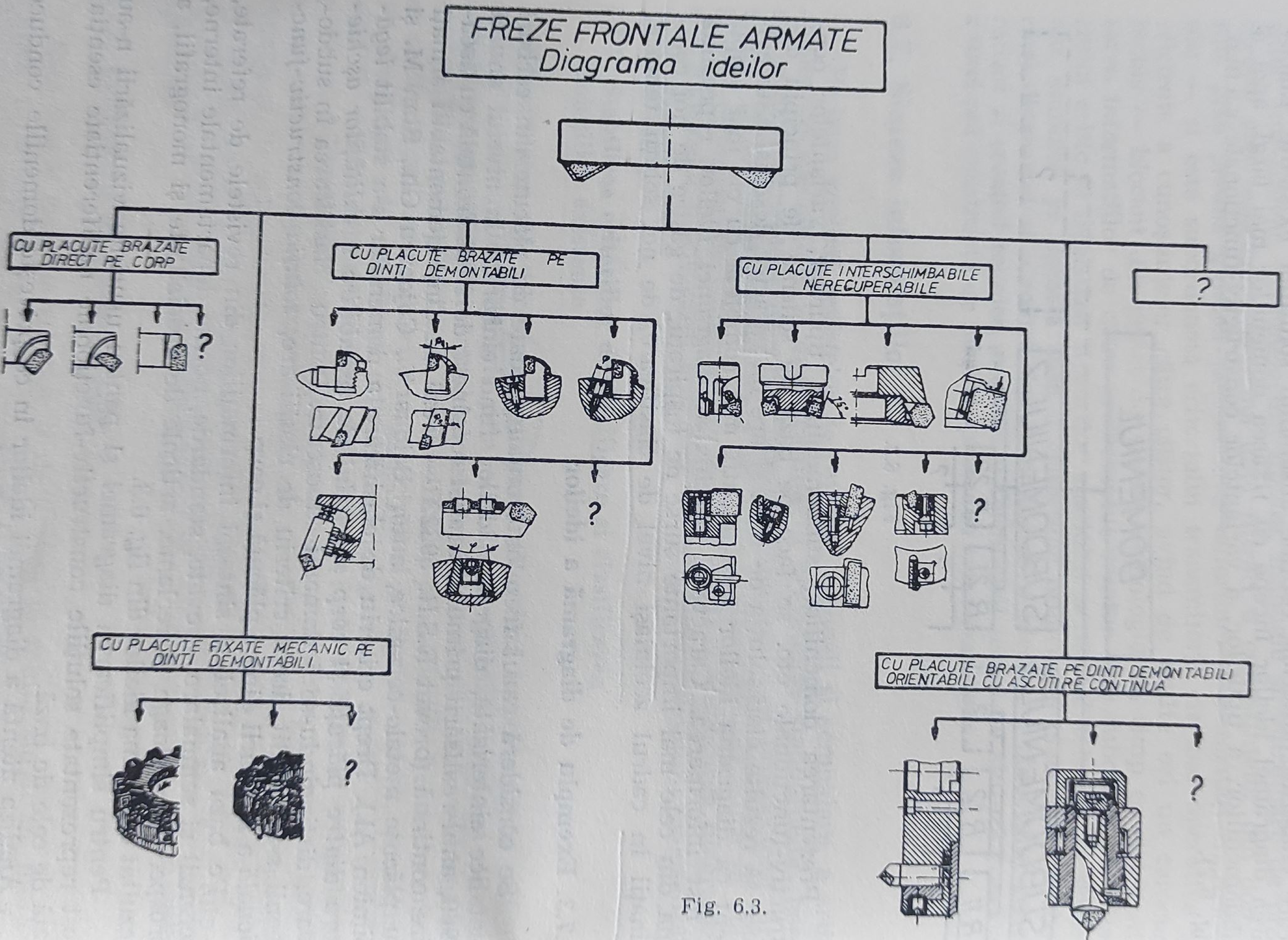

FREZE FRONTALE ARMATE
Diagrama ideilor
CU PLACUTE BRAZATE DIRECT PE CORP
CU PLACUTE BRAZATE PE DINTI DEMONTABILI
CU PLACUTE INTERSCHIMBABILE NERECUPERABILE
?
CU PLACUTE FIXATE MECANIC PE DINTI DEMONTABILI
CU PLACUTE BRAZATE PE DINTI DEMONTABILI ORIENTABILI CU ASCUTIRE CONTINUA

Fig. 6.3.

cuţiri, dar şi dezavantajul unei exploatări laborioase, prin reascuţiri „dinte cu dinte“ care, chiar pe utilaje specializate, durează cîteva ore.

b. — Frezele cu plăcuţe nerecuperabile, fixate de corp, sau pe dinţi demontabili, se exploatează simplu, restabilirea calităţilor aşchietoare efectuîndu-se prin simpla rotire periodică a plăcuţelor, sau schimbarea acestora, dar prezintă şi un mare dezavantaj, cel al folosirii de un număr redus de ori a fiecărei plăcuţe, cu o utilizare neraţională a materialului acesteia, — de regulă deficitar.

c. — Frezele cu plăcuţe brazate pe dinţi demontabili — orientabili cu ascuţire continuă, elimină dezavantajele primelor două categorii de freze, prin aceea că admit un număr mare de reascuţiri, deci o utilizare raţională a carburilor metalice sinterizate şi prin faptul că reascuţirile se execută tehnologic-continuu printr-o simplă rectificare a suprafeţelor de aşezare, în numai cîteva minute, pe utilaje universale de ascuţit sau rectificat. Cu toate acestea, frezele cu ascuţire continuă, cu plăcuţe brazate pe dinţi orientabili, prezintă dezavantajul utilizării neraţionale a corpului dintelui, care este nerecuperabil după epuizarea rezervei de reascuţire a plăcuţei.

Pe baza analizei critice comparative a celor cinci domenii, constatîndu-se avantajele substanţiale ale ascuţirii continue, se poate formula, direct din diagrama ideilor, următoarea temă generală de creaţie tehnică : *„Sinteza unor freze frontale cu plăcuţe fixate mecanic cu ascuţire continuă“*.

Analizîndu-se soluţiile constructiv-funcţionale ale celui mai nou subdomeniu de freze frontale armate, cel al frezelor cu ascuţire continuă (fiind cunoscute în 1969 freza Vanek-Polak brevet R.S.C. 114699 şi freza Romascon iniţială brevet R.S.R. 59323), s-a constatat pe de o parte simplificarea dintelui demontabil armat la freza Romascon, prin introducerea elementului intermediar orientabil, care elimină pinionul în structura dintelui de la soluţia Vanek-Polak, iar pe de altă parte, la ambele soluţii, dezavantajul complexităţii constructiv-tehnologice. Pe această bază, s-a formulat şi o a doua temă de creaţie tehnică în subdomeniul frezelor armate cu dinţi cu plăcuţe brazate cu ascuţire continuă : *„Sinteza unei freze frontale cu plăcuţe brazate pe dinţi orientabili, cu ascuţire continuă, cu schimbare individuală a poziţiei dinţilor pentru reascuţire“*. (Întrucît orientarea simultană a dinţilor prin intermediul unei transmisii dinţate de precizie nu aduce avantaje substanţiale).

Rezolvîndu-se tema generală de creaţie tehnică, s-a conturat în ultimii 12 ani un nou domeniu, cel de al 6-lea, al frezelor frontale cu plăcuţe fixate mecanic cu ascuţire continuă, cu două subdomenii, cel al frezelor cu plăcuţe fixate mecanic direct de corp şi cel al frezelor cu plăcuţe fixate mecanic pe dinţi demontabili-orientabili, concretizate numai la laboratorul de scule aşchietoare al politehnicii din Iaşi, prin 12 brevete R.S.R., iar prin rezolvarea celei de a 2-a teme de creaţie, mai îngustă, s-au realizat şi aplicat alte 7 brevete, cu o eficienţă economică anuală de cîteva zeci de milioane lei.

Este evident că la nivelul anului 1982 diagrama ideilor pentru frezele frontale armate arată altfel decît cea reprezentată în fig. 2, fiind mai oportune diagramele de idei detaliate, pentru fiecare subdomeniu.

6.7.4. Elaborarea matricelor morfologice a ideilor

Matricea morfologică a ideilor, elaborată pe baza combinațiilor posibile a două clasificări sau parametri (matrici plane), sau a trei clasificări (parametri), matrici spațiale (fig. 6.4.), reprezintă de asemenea o sursă importantă pentru găsirea de noi soluții constructiv-funcționale tehnologice, jucînd rolul unui adevărat „tabel Mendeleev", pentru creația tehnică. În exemplul din fig. 6.4, este vorba de o matrice spațială, fiecare soluție fiind reprezentată de combinația a trei litere, iar numărul total de soluții fiind $M = 5 \times 6 \times 5 = 150$, cuprinzînd atît soluții cunoscute cît și cele necunoscute. Unele din soluțiile necunoscute rezultă neutilizabile-incompatibile, dar celelalte pot constitui importante surse de creație tehnică.

6.7.5. Exemplu de matrice morfologică a ideilor

Pentru elaborarea matricii morfologice spațiale a ideilor pentru freza frontală armată, pentru care s-a elaborat și diagrama ideilor din fig. 6.3, trebuie precizate în prealabil principalele trei criterii de clasificare. Pentru o primă matrice spațială se stabilesc următoarele trei criterii de clasificare :

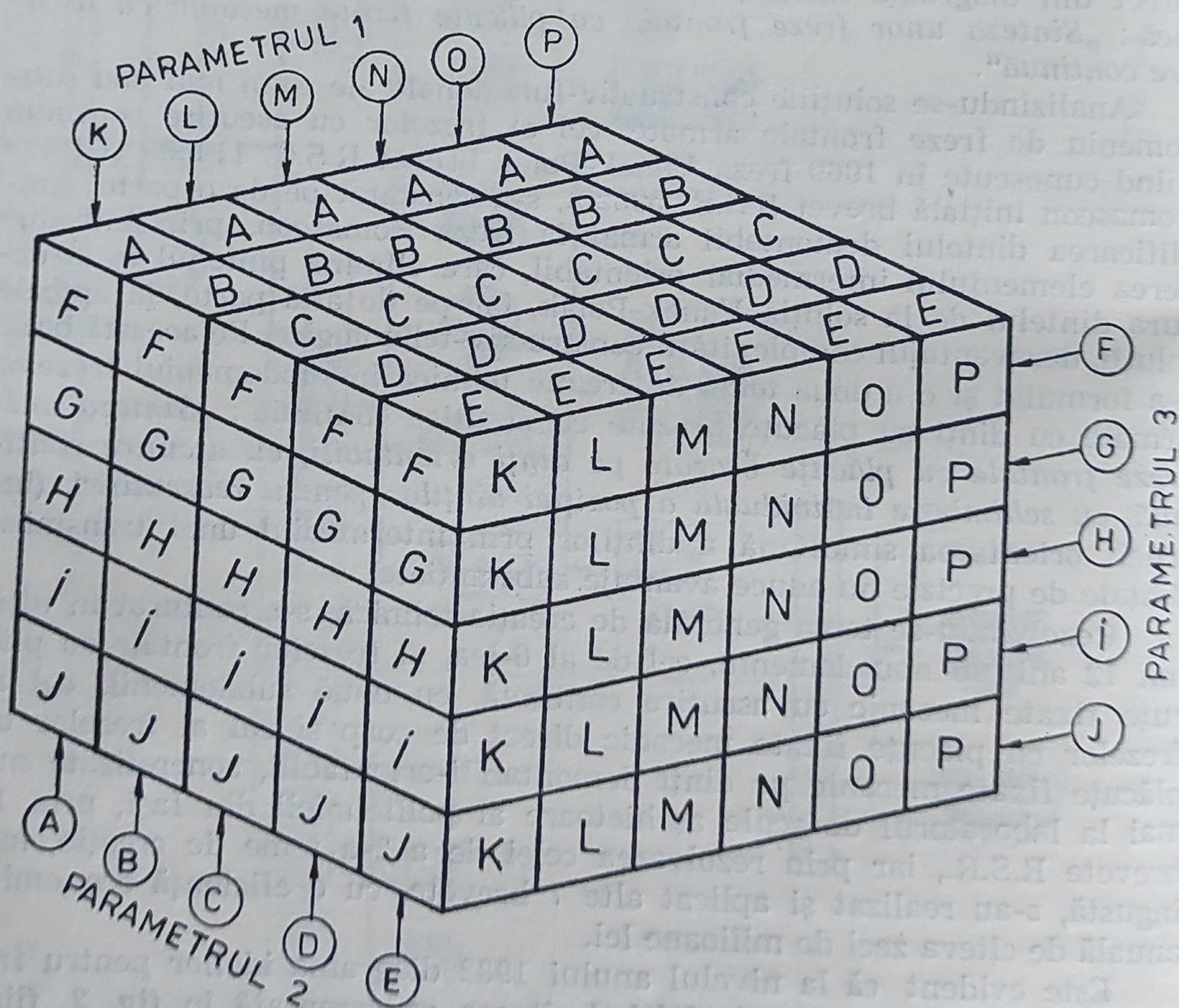


Fig. 6.4.

1. după modul de restabilire a calităților așchietoare ;
2. după modul de poziționare-fixare a plăcuței de corpul frezei ;
3. după soluția constructiv-funcțională concretă a poziționării-fixării plăcuței.

După modul de restabilire a calităților așchietoare după uzură, se disting trei soluții de bază :

A. Ascuțirea dinte cu dinte ;
B. Folosirea plăcuțelor schimbabile nerecuperabile ;
C. Ascuțirea continuă (detalonarea după arce de cerc).

După modul de poziționare-fixare a plăcuței de corpul frezei, se disting 6 soluții de bază :

E. Brazarea directă de corpul frezei ;
F. Brazarea pe dinte demontabil fix ;
G. Fixarea mecanică de corpul frezei ;
H. Fixarea mecanică pe dinte demontabil fix ;
I. Brazarea pe dinte demontabil orientabil ;
J. Fixarea mecanică pe dinte demontabil orientabil.

După soluția constructiv-funcțională concretă a poziționării-fixării, se constată 15 soluții mai importante :

L. Brazare în locaș deschis ;
M. Brazare în locaș semiînchis ;
N. Brazare în locaș închis ;
O. Prin pană radială și șurub normal ;
P. Prin pană radială și șurub diferențial ;
R. Prin pană inversă și șurub ;
S. Prin pană U inversă, elastică și șurub (walter) ;
T. Prin bridă și șurub ;
U. Prin pană cilindrică teșită și șurub ;
V. Prin șurub-pană conică, monobloc ;
X. Prin dinte zimțat posterior — simplu înclinat ;
Z. Prin dinte zimțat posterior — dublu înclinat ;
Y. Prin șurub central — plăcuță găurită ;
Q. Pe coadă conică cu piuliță șurub ;
W. Pe coadă conică cu locaș elasticizat.

Matricea spațială realizată (fig. 6.5) cuprinde $3 \times 6 \times 15 = 270$ de combinații posibile, dintre care, unele sînt cunoscute, iar altele necunoscute ; dintre acestea, unele sînt absurde din punct de vedere tehnic-incompatibile-disonante, dar unele pot fi concretizate cu avantaje substanțiale în raport cu nivelul tehnic actual. Concretizarea constructiv-funcțională-tehnologică a soluțiilor viabile reprezintă noi invenții, dintre care unele pot deveni deosebit de eficiente.

6.7.6. Elaborarea obiectului generalizat al creației tehnice

Pornind de la constatarea că diagrama ideilor asigură o vizualizare eficientă a stadiului actual al tehnicii și reprezintă o importantă sursă de inspirații datorită caracterului său deschis, dar că nu evidențiază noile combinații posibile și că, pe de altă parte, matricea morfologică a ideilor, cu toate că scoate în evidență atît soluțiile existente cît și cele posibile, nu permite o vizualizare a stadiului tehnicii, am propus [2] o reprezentare sintetică, în care să fie reunite diagrama și matricea morfo-

DUPA MODUL DE POZITIONARE-FIXARE A PLACUTEI DE CORPUL FREZEI

BRAZARE DIRECT PE CORP	E
BRAZARE PE DINTE DEMONTABIL FIX	F
MECANIC PE CORPUL FREZEI	G
MECANIC PE DINTE DEMONTABIL FIX	H
BRAZARE PE DINTE DEMONTABIL ORIENTABIL	I
MECANIC PE DINTE DEMONTABIL ORIENTABIL	J

DUPA SOLUTIA CONSTRUCTIV-FUNCTIONALA A POZITIONARII-FIXARII PLACUTEI

BRAZARE IN LOCAS DESCHIS	L
BRAZARE IN LOCAS SEMIINCHIS	M
BRAZARE IN LOCAȘ INCHIS	N
PRIN PANA RADIALA SI ȘURUB NORMAL	O
PRIN PANA RADIALA SI ȘURUB DIFERENTIAL	P
PRIN PANA INVERSA SI ȘURUB	R
PRIN PANA INVERSA ELASTICA,U SI ȘURUB (WALTER)	S
PRIN BRIDA SI ȘURUB	T
PRIN PANA CILINDRICA TESITA SI SI ȘURUB	U
PRIN ȘURUB PANA CONICA MONOBLOC	V
PRIN DINTE ZIMTAT POSTERIOR-SIMPLU INCLINAT	X
PRIN DINTE ZIMTAT POSTERIOR-DUBLU INCLINAT	Z
PRIN ȘURUB CENTRAL PLACUTA GAURITA	Y
PE COADA CONICA CU PIULITA ȘURUB	Q
PE COADA CONICA CU LOCAS ELASTICIZAT	W

DUPA MODUL DE RESTABILIRE A CALITATILOR ASCHIETOARE

A	ASCUTIRE DINTE, DINTE
B	PLACUTE NERECUPERABILE
C	REASCUTIRE CONTINUA

Fig. 6.5.

logică a ideilor, cu toate atributele pozitive ale acestora, care să constituie de fapt *obiectul generalizat al creației tehnice*.

Elaborarea obiectului generalizat al creației tehnice se realizează în următoarele faze de bază :

1. Stabilirea criteriilor principale de clasificare ;
2. Clasificarea ;

3. Schematizarea principială a tuturor soluțiilor ;
4. Notarea soluțiilor pentru fiecare criteriu de clasificare ;
5. Elaborarea obiectului generalizat al creației tehnice, sub forma unui trunchi, în coordonate cilindrice, cu clasificarea radială axială și tangențială.

6.7.7. Exemplu de obiect generalizat al creației tehnice

În fig. 6.6. este reprezentat obiectul generalizat al creației tehnice, constituit de „Freza frontală armată cu plăcuțe dure" — sinteză a diagramei și a matricei spațiale corespunzătoare de idei din fig. 6.3. și 6.5.

S-au folosit cele trei criterii de clasificare din matricea din fig. 6.5 :

— după modul de restabilire a calităților așchietoare ;

— după modul de poziționare-fixare a plăcuței de corpul frezei ;

— după soluția constructiv-funcțională a poziționării-fixării plăcuței.

Freza frontală armată generalizată este reprezentată în fig. 6.6. și constituie sinteza a $3 \times 6 \times 15 = 270$ combinații posibile, dintre care unele sînt cunoscute iar altele necunoscute ; dintre acestea unele trebuie eliminate ca incompatibile, iar altele trebuie analizate, întrucît în urma rezolvării lor concrete pot conduce la construcții deosebit de eficiente. În acest sens :

— Soluția AFS, freză frontală cu dinți demontabili armați prin brazare fixați în pene radiale U, cu ascuțire dinte cu dinte, este un cunoscut produs de serie, denumit curent „freză Walter".

— Soluția BGP, freză frontală cu plăcuțe schimbabile nerecuperabile, fixate cu pană directă și șurub diferențial, este cunoscută sub formă de produse de serie ale firmelor I. S. Rîșnov, Coromant, Fagersta, Valenite etc.

— Soluția BHT, freză frontală cu dinți demontabili armați, cu plăcuțe schimbabile fixate mecanic prin intermediul bridelor este de asemenea cunoscută, fiind aplicată în special pe frezele produse în U.R.S.S.

— Soluțiile CEL, CEM, MEN, ...CEW, freze frontale cu plăcuțe brazate direct de corp, cu ascuțire continuă, sînt incompatibile, ca urmare a poziției fixe a plăcuței în raport cu corpul, ceea ce nu permite reascuțirea continuă și ca atare trebuie eliminate din discuții.

— Soluțiile BEL, BEM, BEN, respectiv BFL, BFM și BFN sînt de asemenea incompatibile, ca urmare a faptului că plăcuțele schimbabile nerecuperabile nu pot fi fixate decît mecanic și în nici un caz brazate-fixe.

— Soluția CEI, freză frontală cu dinți tronconici demontabili armați prin brazare, cu orientare variabilă și ascuțire continuă reprezintă o soluție nouă ; studiată și concretizată în cîteva variante constructiv-funcționale la catedra de Mașini unelte și scule a Institutului Politehnic din Iași, noua soluție a condus la elaborarea și valorificarea a 10 noi invenții, aplicate la I. P. Iași, I.S.E.H. Focșani, I. M. Nicolina, care le produc în serie pentru alte peste 100 de întreprinderi din țară, realizîndu-se în ultimii 5 ani o producție de peste 180 milioane lei, cu beneficii de peste 50 milioane lei și cu o eficiență economică la beneficiar de ordinul a sutelor de milioane lei.

— Soluția C.J.P., freză frontală cu dinți tronconici cu plăcuțe fixate mecanic, cu ascuțire continuă, constituie de asemenea o soluție nouă,

prin a cărei concretizări constructiv-funcționale, au fost sintetizate alte șase invenții aplicate în producția de serie a atelierului pilot al Catedrei de mașini unelte și scule a Institutului Politehnic din Iași.

— Soluția CGV, freză frontală cu plăcuțe schimbabile fixate mecanic cu pene cilindrice teșite, cu ascuțire continuă, cu toate că la prima vedere pare incompatibilă, ca urmare a incompatibilității dintre amovibilitate, legată de nerecuperare și reascuțire, a generat alte trei invenții care permit recuperarea prin reascuțire a plăcuțelor schimbabile „nerecuperabile“, printr-o anumită poziționare a acestora și prin întoarcerea cu 180° la ascuțire.

6.8. Compararea soluțiilor cunoscute prin tehnica „deciziei impuse“

Dacă analiza diagramelor și matricelor morfologice ale ideilor sau ale obiectului generalizat al creației tehnice nu evidențiază direct soluția optimă și lipsurile stadiului actual al tehnicii în domeniu, se poate apela la tehnica „deciziei impuse“ din ingineria valorii [7], cu un înalt grad de obiectivitate. O astfel de necesitate apare și în cazurile cînd soluțiile cunoscute nu pot fi net departajate fiind, la prima vedere, de valori apropiate.

Tehnica „deciziei impuse“ presupune parcurgerea cronologică a următoarelor faze de bază :

— listarea criteriilor de apreciere (atributelor) a obiectului creației, în ordinea obișnuită de importanță ;

— ponderarea criteriilor, prin stabilirea coeficienților respectivi de importanță ;

— reordonarea criteriilor după coeficienții de importanță ;

— compararea soluțiilor reprezentative cunoscute prin prisma fiecărui criteriu (atribut) și stabilirea numerelor valorice pentru fiecare soluție ;

— reordonarea soluțiilor după numărul valoric, stabilirea soluției optime și direcției actuale de dezvoltare a tehnicii în domeniu ;

— evidențierea lipsurilor stadiului actual al tehnicii ;

— formularea temei de sinteză creativă (invenție).

6.8.1. Listarea criteriilor de apreciere (atributelor)

Listarea și ordonarea firească a atributelor pe care trebuie să le îndeplinească obiectul creației poate fi realizată corect numai de un proiectant specializat în domeniu. Aceste atribute sînt de tipul : productivitate, fiabilitate, precizie, simplitate constructiv-funcțională, tehnologicitate, comoditate în exploatare, consum de combustibil, putere dezvoltată pe unitatea de greutate, durabilitate, cost de fabricație, consum de scule etc.

De exemplu, pentru o mașină unealtă, criteriile principale de apreciere pot fi : productivitatea, precizia, calitatea suprafeței prelucrate, fiabilitatea mecanică, fiabilitatea electrică-electronică, stabilitate la vibrații, nivel redus de zgomot, simplitate constructiv-funcțională, tehnologicitate de ansamblu, ergonomicitate, cost de fabricație etc.

Pentru o sculă așchietoare, criteriile de apreciere sînt: durabilitatea, capacitatea de a așchia ușor cu forțe și momente de așchiere minime, precizia și calitatea suprafețelor așchiate, fiabilitatea, simplitate constructiv-funcțională, tehnologicitatea etc.

6.8.2. Ponderea și reordonarea criteriilor

În această fază, criteriile ordonate firesc, A, B, C, D, E, F, se compară între ele, două cîte două (tabelul 6.3), obținîndu-se D decizii de forma 1—0; 05—05; sau 0—1, numărul total de decizii fiind,

$$D = C_n^2 = \frac{n(n-1)}{2} \qquad \text{(1)}$$

în care n este numărul de criterii.

TABEL NR. 6.3.

Criteriul	Decizii															Total decizii pozitive	Coeficient de importanță
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	N	N/D
A	0	05	1	1	1											3,5	0,23
B	1					05	1	1	1							4,5	0,30
C		05				05				1	1	1				4	0,27
D			0				0			0			05	1		1,5	0,10
E				0				0			0		05		05	1	0,07
F					0				0			0		0	05	0,5	0,03
																15	1,00

Pentru cazul din tabelul 6.3., sînt șase criterii, A, B, C, D, E, F, deci vor exista $D = \frac{6.5}{2} = 15$ decizii.

Raportînd pentru fiecare criteriu numărul N de decizii pozitive la numărul total de decizii D, se obține coeficientul de importanță N/D pentru fiecare criteriu. Se constată că ordinea obișnuită adoptată inițial nu este confirmată, ci, așa după cum rezultă din tabelul 6.4. de reordonare a criteriilor, criteriul A trece pe locul 3, criteriul B pe locul 1, iar criteriul C, pe locul 2, criteriile *D*, *E*, *F* păstrîndu-și locurile inițiale.

TABEL NR. 6.4.

Criteriul	B	C	A	D	E	F
Coeficient de importanță	0,30	0,27	0,23	0,10	0,07	0,03

6.8.3. Compararea soluțiilor reprezentative cunoscute și stabilirea pentru fiecare a numerelor valorice ; reordonarea soluțiilor după numerele valorice

În această fază soluțiile reprezentative, de exemplu *a*, *b*, *c* și *d*, sînt comparate între ele pe rînd, în ordine, după criteriile *A*, *B*, *C*, *D*, *E*, *F* (tabelul 6.5.), găsindu-se numerele de decizii pozitive $D_A, D_B, D_C \dots D_F$ funcție de fiecare criteriu.

Soluția	Decizii după A						D_A	$\frac{0,23\ D_A}{6}$	B						D_B	$\frac{0,3\ D_B}{6}$	C						D_C	$\frac{0,27\ D_C}{6}$
	1	2	3	4	5	6			1	2	3	4	5	6			1	2	3	4	5	6		
a	1	0	1				2	0,080	1	1	1				3	0,150	0	1	0				1	0,045
b	0			0	1		1	0,040	0			0	0		0	0	1			1	0		2	0,090
c		1		1		1	3	0,110		0		1		1	2	0,100		0		0		1	1	0,045
d			0		0	0	0	0			0		1	0	1	0,050			1		1	0	2	0,090

Numerele de decizii pozitive nu se raportează de data aceasta numai la numărul total de decizii $D_1 = \frac{4 \times 3}{2} = 6$, ci se afectează și cu coeficienții corespunzători de importanță pentru fiecare criteriu.

În felul acesta, se poate stabili numărul valoric *N* , pentru fiecare soluție, după relația,

$$N_v = \frac{0,23\ D_A + 0,30 D_B + 0,27 D_C + 0,1 D_D + 0,07 D_E + 0,03 D_F}{6} \qquad (2)$$

Este evident că

$$\sum_1^n N_{vi} = 1 \qquad (3)$$

suma numerelor valorice pentru cele *n* soluții analizate este egală cu unitatea.

Determinînd numerele valorice pentru cele patru soluții, acestea se pot reordona (tabelul 6.6.), constatîndu-se că soluțiile *b* și *c* își schimbă între ele locul, iar soluția optimă este soluția *a*.

TABEL Nr. 6.6

Soluția	*a*	*c*	*b*	*d*
Nv	0,340	0,288	0,195	0,177

Soluția *a* este cea care trebuie luată în considerare, ca soluție reprezentativă a tehnicii actuale, care reflectă și tendințele de dezvoltare pe plan mondial a tehnicii în domeniu.

Dar analiza tabelului 6.5. de comparare a soluțiilor este relevantă și pentru lipsurile stadiului actual al tehnicii, avînd ca reprezentativă soluția *a*.

Soluția *a*, optimă în cadrul stadiului actual al tehnicii, este însă slabă sub aspectul criteriului *C* și foarte slabă sub aspectul criteriului *E*. În aceste condiții, se poate formula tema proiectului creativ :

— *Concepția, pornind de la soluția a, a unei noi soluții, care să elimine dezavantajele acesteia, sub aspectul criteriilor C și E.*

TABEL NR. 6.5

criteriile																								
D 1	D 2	D 3	D 4	D 5	D 6	D_D	$\frac{0,1\ D_D}{6}$	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	E 6	D_E	$\frac{0,07\ D_E}{6}$	F 1	F 2	F 3	F 4	F 5	F 6	D_F	$\frac{0,03\ D_F}{6}$	Numărul valoric al soluției NV (relația 2)
1	1	1				3	0,050	0	0	0				0	0	1	1	1				3	0,015	0,340
0			1	05		1,5	0,025	1			1	1		3	0,035	0			0	1		1	0,005	0,195
	0		0		0	0	0		1		0		1	2	0,023		0		1		1	2	0,010	0,288
		0		05	1	1,5	0,25			1		0	0	1	0,012			0		0	0	0	0	0,177

În încheiere ținem să subliniem faptul că dacă se reușește o formulare adecvată și precisă a temei de creație tehnică, dacă se detaliază judicios obiectivele creației tehnice, *invenția este pe jumătate realizată.*

BIBLIOGRAFIE

1. THRING M. W. — *A preda inventivitatea.*
2. BELOUS V. și SEVERINCU M. — *Asupra unor metode analitice de creație tehnică.* Lucrările sesiunii „Creația tehnică și fiabilitatea în construcția de mașini, vol. „Mașini unelte scule, dispozitive“, Rotaprint, Iași, 1980.
3. BĂDĂRĂU A. — *Cercetarea colecției de descrieri de brevete de invenții românești.* Revista Invenții și Inovații, 1966, nr. 5, pp. 179—184.
4. PAU E. și NEGOIȚĂ C. — *Cercetarea temeinică a brevetelor de invenții.* Revista Invenții și Inovații nr. 6, 1966.
5. KICIKIN I. I. și SKORNEAKOV E. P. — *Patentnîie issledovaniia pri kursovom diplomnom proiektirovanii v vîssih ucebnîh zavedeniiah.* Mașghiz Vîsșaia școla, 1979, pp. 18—20.
6. ARTENIEV și colab. — *Patentovedenie.* *Mașinostroienie*, Moskva, 1976.
7. CRUM L. W. — *Ingineria valorii*, Editura tehnică, București, 1976, (traducere din limba engleză).

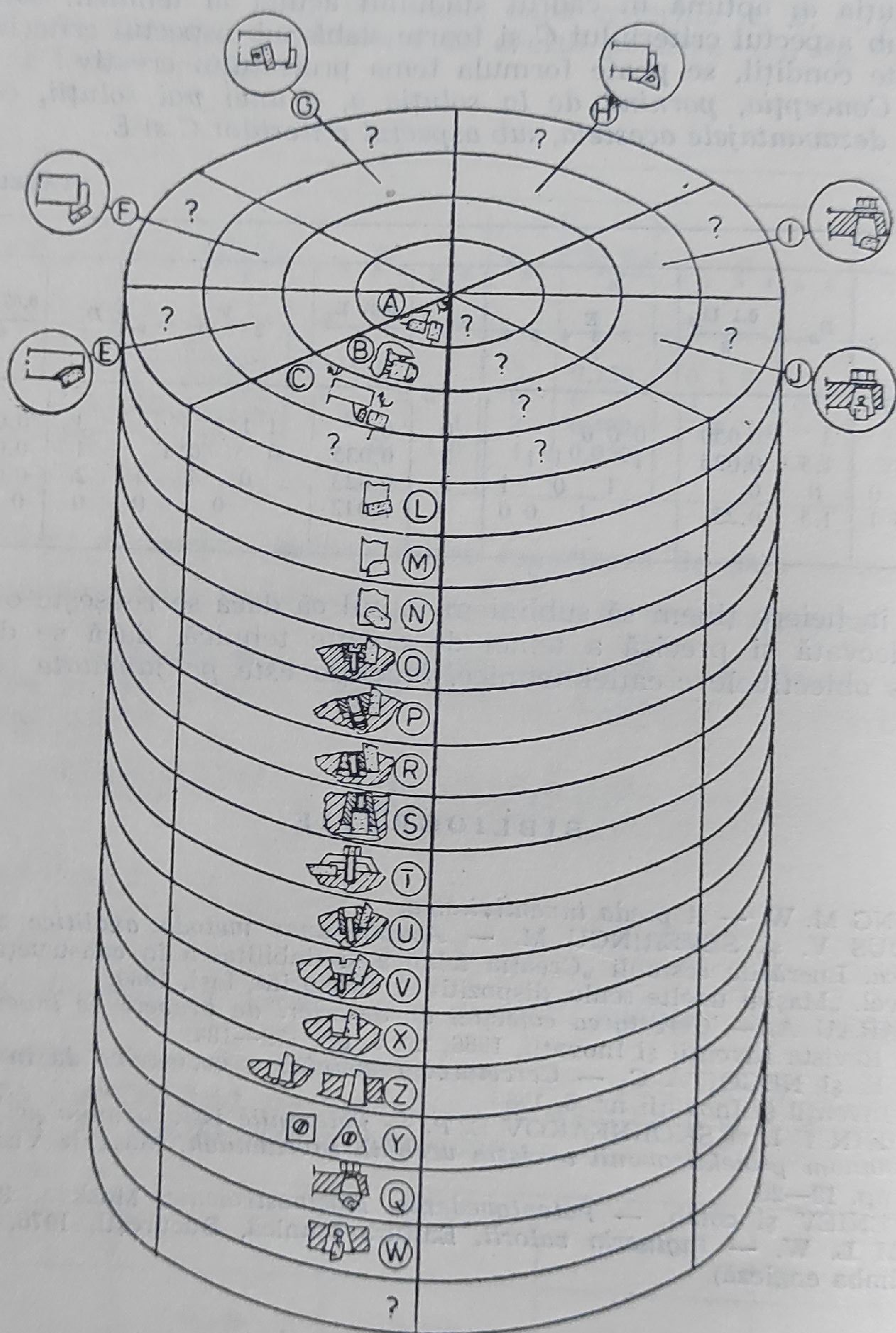


Fig. 6.6.

CAPITOLUL VII

BAZELE LOGICE — COMBINATORICE ALE INVENTICII

7.1. De la arta creației tehnice, spre o știință a creației — inventica

Produsul creației tehnice — invenția — caracterizată prin cele trei atribute de bază, noutatea, aplicativitatea și superioritatea față de soluțiile cunoscute, poate reprezenta sub aspect structural o combinare de elemente cunoscute într-un ansamblu, calitativ superior, o extrapolare prin analogie a unor soluții și principii de la domeniile învecinate, o nouă soluție de aplicare a legilor și descoperirilor din domeniul științelor fundamentale, matematicii, fizicii, chimiei sau a ciberneticii etc.

Invențiile care au la bază o structură care reprezintă o combinare de elemente cunoscute într-un nou ansamblu calitativ superior pot fi realizate pe cale logică — analitică — deductivă.

Spre deosebire de celelalte tipuri structurale de invenții în a căror elaborare joacă un rol determinant fantezia, imaginația, procesele combinatorice de la nivelul subconștientului, în cea mai mare parte nelămurite încă și avînd un caracter dominant spontan și pentru care psihologia creației nu poate oferi decît mijloace de stimulare și favorizare, iluminarea rămînînd guvernată încă în mare măsură de hazard, invențiile combinative (al căror caz particular îl reprezintă cele bisociative în sens Koestler [1]) pot și trebuie să devină un rezultat al unei activități logice, deliberat orientate spre creație.

Pentru astfel de invenții se pot elabora tehnologii logice care, plecînd de la informare și sinteza informațiilor și formularea și precizarea pe această bază a temei de creație, să conducă în mod forțat la noua soluție calitativ superioară. Inventica trece în felul acesta din sfera dominant divergentă a gîndirii, în cea a gîndirii dominant convergente, specifică specialiștilor formați.

Dacă se analizează cele 9 principii ale creației formulate de A. Kaufman, M. Fustier și A. Drevet [2] și anume,

1. posibilitatea reproducerii procesului de creație,
2. procesul de creație este același în toate domeniile,
3. creația se realizează în inconștient,
4. pentru a avea acces la inconștient este necesară eliberarea spiritului de inhibiții,
5. creația presupune un climat de plăcere, detensionare, de pasiune ;
6. creația nu este realizată de experți,
7. apelul la extraordinar favorizează invenția,
8. descoperirea se naște din bisociație,

9. unitatea operațională de creație este grupa pluridisciplinară, se constată o concepție globală în conformitate cu care actul de creație are un caracter subiectiv-întîmplător, născut în inconștientul necontrolat, inaccesibil specialistului inhibat de propriul său ansamblu de cunoștințe.

O astfel de concepție romantică asupra creației, probabil valabilă în domeniul creației artistice, parțial aplicabilă și perioadei romantice ale creației tehnice — specifice primelor 4—5 decenii ale secolului XX, este astăzi în total dezacord cu ansamblul dezvoltării creative a tehnicii contemporane și structura profesională a inventatorilor care o realizează.

Principiul 6, în conformitate cu care creația nu este realizată de către experți, cel puțin în domeniul creației tehnice contemporane, nu se confirmă, majoritatea covîrșitoare a inventatorilor din domeniul construcțiilor de mașini fiind specialiști care creează în procesul de proiectare, practicînd tehnologia fabricației sau a exploatării utilajelor. Cu toate că nu sînt supuși inerției și barierelor psihologice, *nespecialiștii nu pot crea în domeniul construcțiilor de mașini,* din următoarele motive :

— creșterea complexității construcțiilor de mașini, elaborarea principiilor de bază pentru diferitele categorii, îmbinarea cunoștințelor fundamentale de fizică, matematică, mecanică, chimie etc. în teorii specifice unitare, face ca nespecialistul să fie pus în imposibilitatea de a înțelege o necesitate tehnică concretă, de a formula tema corespunzătoare de creație și cu atît mai puțin de a o rezolva creator ;

— în marea majoritate a noilor construcții de mașini, creația tehnică globală — revoluționară reprezintă o sumă de perfecționări de amănunt — inaccesibile diletanților ;

— faza critică de analiză inginerească a soluțiilor existente în vederea formulării criteriilor și a temei de creație, precum și cea de analiză a noilor soluții posibile, amînată, dar nu suprimată, sînt inaccesibile pentru nespecialist ;

— dacă rezultatul creației — invenția, reprezintă o combinare a unor elemente cunoscute într-un nou ansamblu cu funcții superioare, o astfel de operație nu poate fi realizată de către un nespecialist întrucît acesta nu are ce combina.

Chiar și bisociația și extrapolarea, care presupun incursiuni în domeniile vecine, este mai eficient practicabilă de către specialiști, dacă aceștia sînt înarmați cu solide cunoștințe fundamentale.

Analiza literaturii de brevete din domeniul construcțiilor de mașini din ultimii 10 ani arată că majoritatea covîrșitoare a invențiilor din domeniu sînt realizate de către specialiști.

Din cele peste 300 de invenții al căror titular este Facultatea de mecanică din Iași, numai cîteva sînt realizate în domeniile adiacente celor în care sînt specializați autorii acestora (dar nu în afara construcțiilor de mașini).

Din cele cca. 60 de invenții personale realizate, numai 6 sînt din domeniul adiacent al mecanismelor de acționare fără motor, celelalte fiind toate din domeniul sculelor așchietoare, în care sînt specializat, predînd de peste 25 de ani cursul universitar cu același nume și desfășurîndu-mi activitatea de cercetare-proiectare în același domeniu. Aceste invenții au apărut în marea lor majoritate pe cale logică-deductivă, prin analiza unor combinații și bisocieri posibile, prin extrapolări de

soluţii, toate realizate deci la nivelul conştientului, îmbinînd secvenţial sau în paralel gîndirea convergentă cu cea divergentă, iluminările apărînd fie în procesul de proiectare propriu-zis, fie în momentele de vizualizare şi de „gîndire hoinară", nesesizînd practic existenţa fazelor de incubaţie.

De altfel, nici J. Rossman [3], analizînd încă în 1931 procesul creativ la 710 inventatori cunoscuţi, nu constată existenţa fazelor romantice de incubaţie şi iluminare, considerînd numai următoarele 7, toate făcînd practic parte integrantă din sfera logicului : nevoia sau dificultatea observată, formularea problemei, informaţia utilizabilă examinată, soluţiile formulate, soluţia examinată critic, ideile noi formulate şi ideile noi testate [4].

Luîndu-se în consideraţie marile posibilităţi ale creaţiei pe bază de combinaţii şi bisocieri-extrapolări, au apărut metodele analitice de tipul matricei descoperirilor a lui A. Moles [5], a metodei morfologice F. Zwicky [6], metoda obiectului generalizat al creaţiei tehnice [7], toate avînd ca bază matematică teoria combinatorie sau „combinatorica", dezvoltate în special de A. Kaufman [8].

7.2. Bazele combinatorice ale inventicii

Pentru elaborarea şi utilizarea eficientă a metodelor şi tehnicilor logice-deductive de creaţie este necesară cunoaşterea unui minim de noţiuni de combinatorică, în categoria cărora intră aranjamentele, combinările, permutările, grafurile şi reţelele finite.

Dacă 0_1, 0_2. . . . . 0_n reprezintă n obiecte ale gîndirii, atribute ale obiectului creaţiei, soluţii pentru realizarea unui anumit atribut, soluţii constructiv-funcţionale clasificate din punctul de vedere al unui anumit atribut, componentele obiectului etc. şi dorim să le dispunem în p

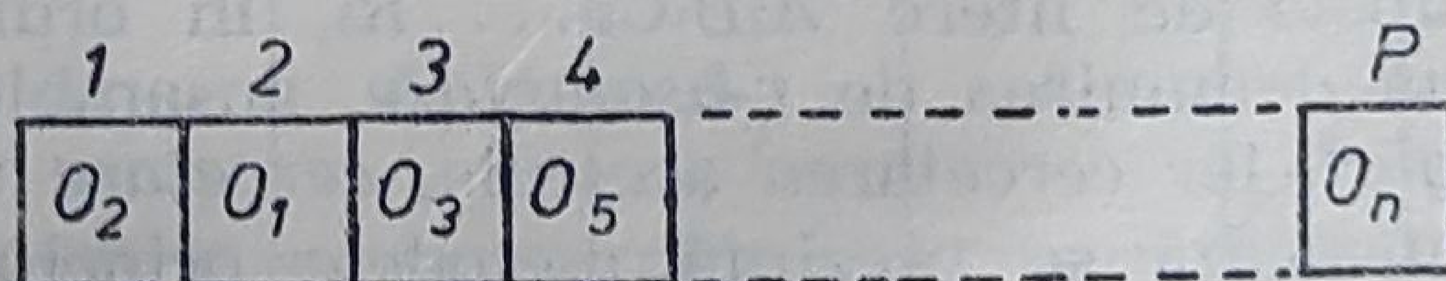


Fig. 7.1.

căsuţe $(p \leqslant n)$ fig. 7.1., fără repetiţie, avem de a face cu aranjamente de n obiecte luate cîte p, fără repetiţie, demonstrîndu-se uşor relaţiile imediate,

$$A_n^p = n(n-1) \ldots\ldots (n-p+1) = \frac{n!}{(n-p)!} \qquad 7.1.$$

Dacă nu se ţine seama de ordinea de dispunere a obiectelor în căsuţe, obţinem combinări de n obiecte luate cîte p, fără repetiţie, avînd la bază relaţia imediată,

$$C_p^n = \frac{A_n^p}{p!} = \frac{n!}{(n-p)!\,p!} \qquad 7.2.$$

Un caz particular, mai rar întîlnit în inventică este reprezentat de aranjamente de n obiecte luate cîte n și care poartă denumirea de permutări de n obiecte.

$$P_n = A_n^n = n(n-1)(n-2)....(n-n+1) = n! \qquad 7.3.$$

Întrucît în combinatorica inventivă există de regulă mai multe criterii, mai multe atribute, mai multe puncte de vedere pentru clasificarea soluțiilor ($A....R$) se pune adesea problema combinării de R elemente, cîte unul din fiecare grupă,

$$A = \{A_1, A_2......A_\alpha\} \; B = \{B_1. \; B_2...B_\beta\}......R = \{R_1, \; R_2...R_\rho\},$$

numărul de combinații posibile devenind,

$$N = \alpha \times \beta \times \gamma \times \delta.... \times \rho \qquad 7.4.$$

Dacă se consideră o structură Σ compusă din combinații de componente $Ai, Bi, \ldots Ri$, făcînd parte din ansamblele de elemente omologe

$$A = \{A_1, \; A_2,....A_\alpha\}$$

$$B = \{B_1, \; B_2, \; ....B_\beta\}$$

$$\vdots$$

$$R = \{R_1, \; R_2, \; .....R_\rho\}$$

ansamblele $A, B, \; \ldots . R$ poartă denumirea de *ansamble formatoare* [2], iar structura

$$\Sigma = \{A, \; B,.....R\}$$

ca ansamblu de *ansamble formatoare,* poartă denumirea de *morfologie generală*, sau simplu *morfologie*.

Combinările de cîte un element din fiecare ansamblu formator, prezentate prin grupele de litere $A_2B_1C_3 \ldots . R_8$, în ordinea ansamblelor formatoare, poartă denumirea de *r-asamblare*, ansamblul r-asamblărilor *„produs morfologic"*, iar cercetarea acestuia, *cercetare morfologică*.

În cele ce urmează se prezintă metodele principale de cercetare morfologică în inventică, rezultate din cercetările lui Fred Zwicky, A. Kaufman, M. Fustier, A. Drevet, cît și din cercetările și experiența autorului prezentei lucrări.

7.2.1. Cercetare morfologică prin matrici

O reprezentare globală, sugestivă a produsului morfologic din 2—3 ansamble formatoare o poate constitui matricea [1] plană sau spațială a asamblărilor ; în acest sens, pentru două ansamble formatoare,

$$A = \{A_1, \; A_2 \; A_3, \; A_4\} \text{ și } B = \{B_1, \; B_2, \; B_3, \; B_4 \; B_5\}$$

---

[1] Matrice nu în sens matematic, ci ca mijloc de cuprindere grafică a soluțiilor, folosită pentru prima dată de F. Zwicky.

se construiește matricea plană din fig. 7.2.

	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5
A_1	A_1B_1	A_1B_2	A_1B_3	A_1B_4	A_1B_5
A_2	A_2B_1	A_2B_2	A_2B_3	A_2B_4	A_2B_5
A_3	A_3B_1	A_3B_2	A_3B_3	A_3B_4	A_3B_5
A_4	A_4B_1	A_4B_2	A_4B_3	A_4B_4	A_4B_5

Fig. 7.2.

Fiecare pătrățel din cele $4 \times 5 = 20$ combinații posibile, reprezintă o combinație de 2 litere nerepetabilă.

În cazul a trei ansamble formatoare

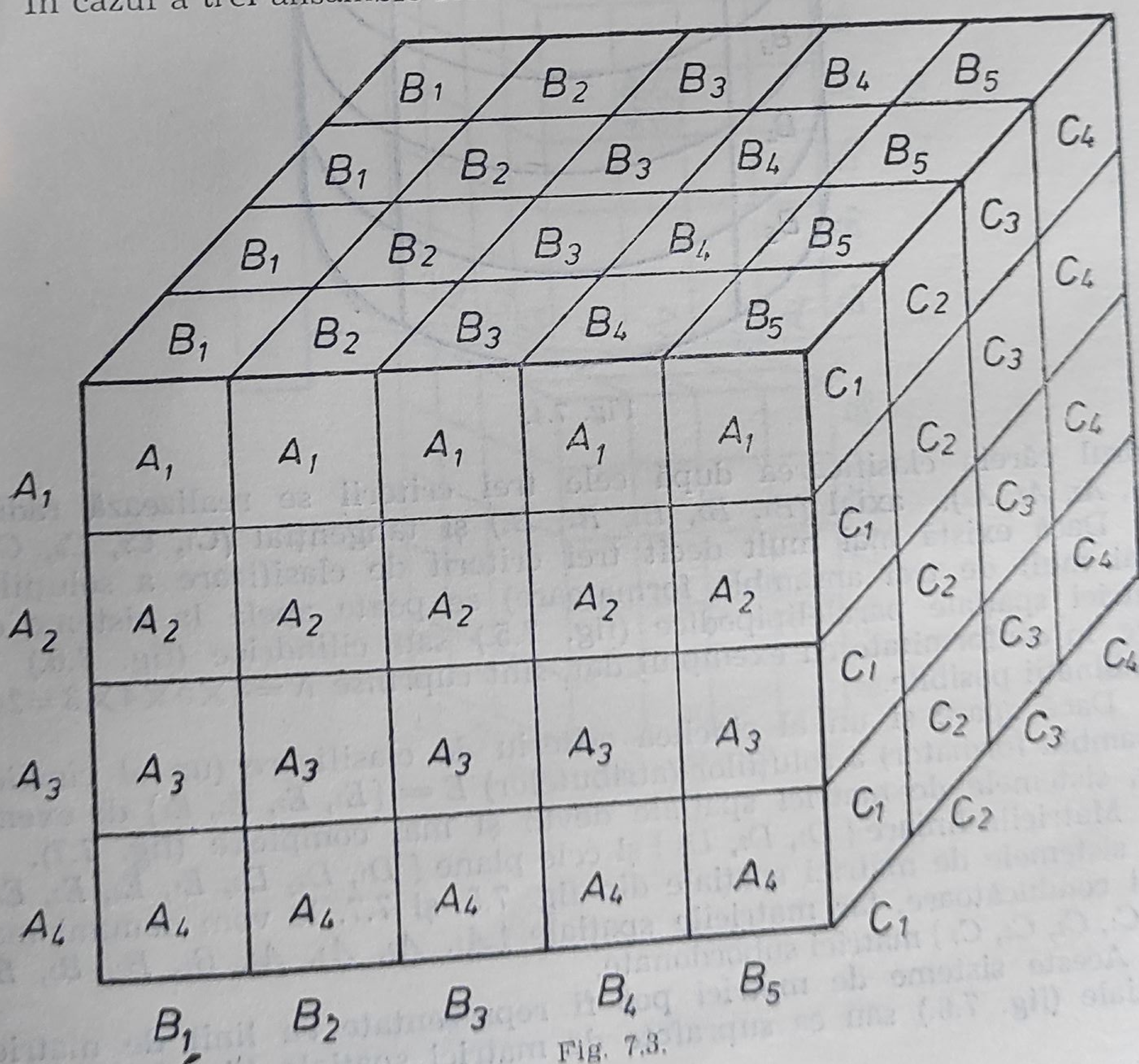


Fig. 7.3.

$$A=\{A_1, A_2, A_3, A_4\} \quad B=\{B_1, B_2, B_3, B_4\} \quad C=\{C_1, C_2, C_3, C_4\}$$

se construiește o matrice spațială (fig. 7.3.) sub forma unui paralelipiped în care fiecare soluție de combinare a celor trei litere este reprezentată de unul din cele $N = 4 \times 5 \times 4 = 80$ cuburi.

Se poate construi de asemenea o matrice cilindrică (fig. 7.4.) în

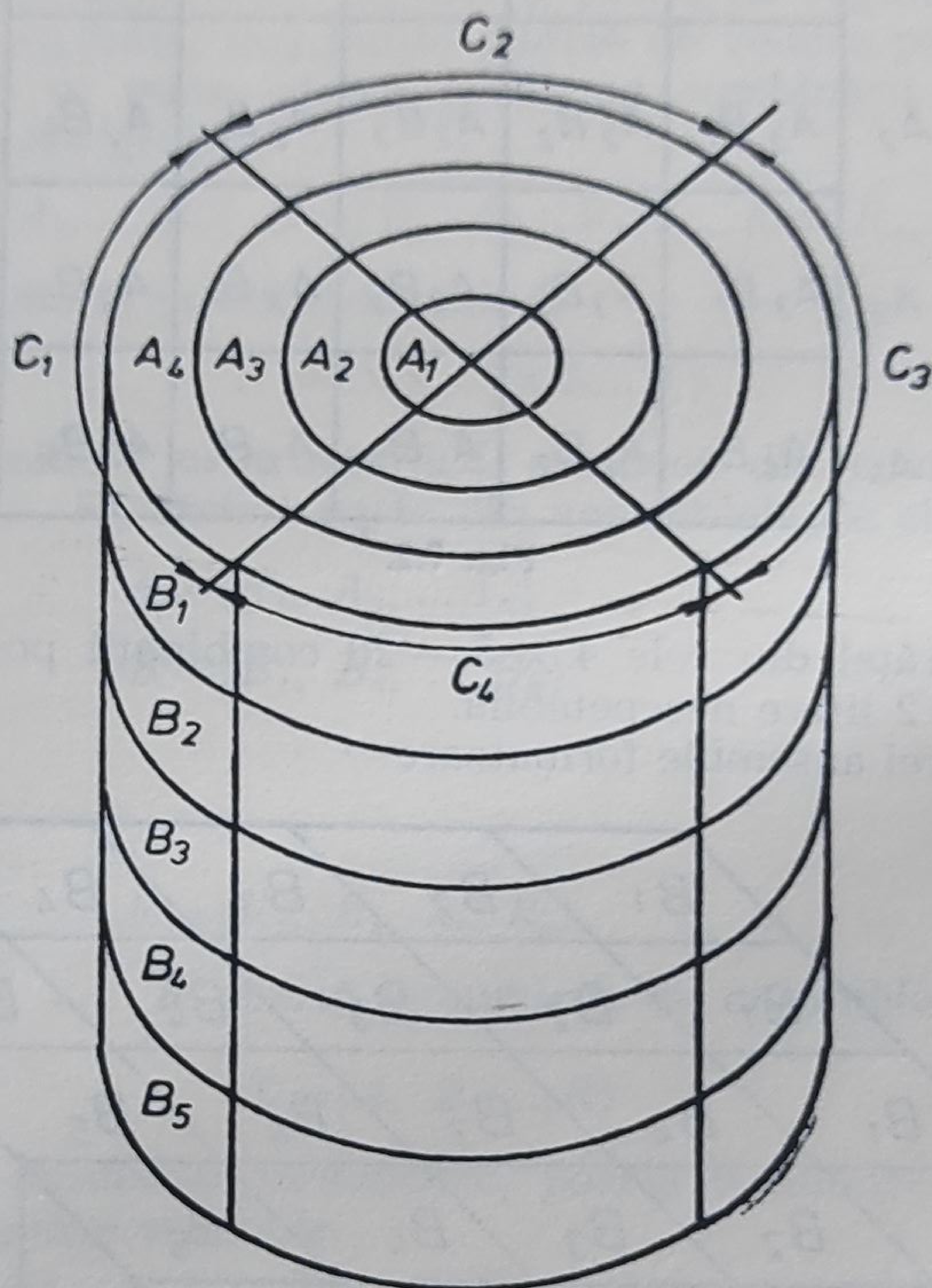


Fig. 7.4.

cadrul căreia clasificarea după cele trei criterii se realizează radial (A_1, A_2, A_3, A_4), axial (B_1, B_2, B_3, B_4, B_5) și tangențial (C_1, C_2, C_3, C_4).

Dacă există mai mult decît trei criterii de clasificare a soluțiilor (mai mult de trei ansamble formatoare) se poate apela la sisteme de matrici spațiale paralelipipedice (fig. 7.5.) sau cilindrice (fig. 7.6.) în care, în conformitate cu exemplul dat, sînt cuprinse $N=4\times5\times4\times3=240$ combinații posibile.

Dacă apare și un al cincilea criteriu de clasificare (un al cincilea ansamblu formator) a soluțiilor (atributelor) $E = \{E_1, E_2, E_3, E_4\}$ de exemplu, sistemele de matrici spațiale devin și mai complexe (fig. 7.7).

Matricile liniare $\{ D_1, D_2, D_3 \}$ și cele plane $\{ D_1, D_2, D_3, E_1, E_2, E_3, E_4 \}$ din sistemele de matrici spațiale din fig. 7.5. și 7.7. le vom denumi matrici conducătoare, iar matricile spațiale $\{ A_1, A_2, A_3, A_4, B_1, B_2, B_3, B_4, B_5, C_1, C_2, C_3, C_3 \}$ matrici subordonate.

Aceste sisteme de matrici pot fi reprezentate ca linii de matrici spațiale (fig. 7.8.) sau ca suprafețe de matrici spațiale (fig. 7.9.).

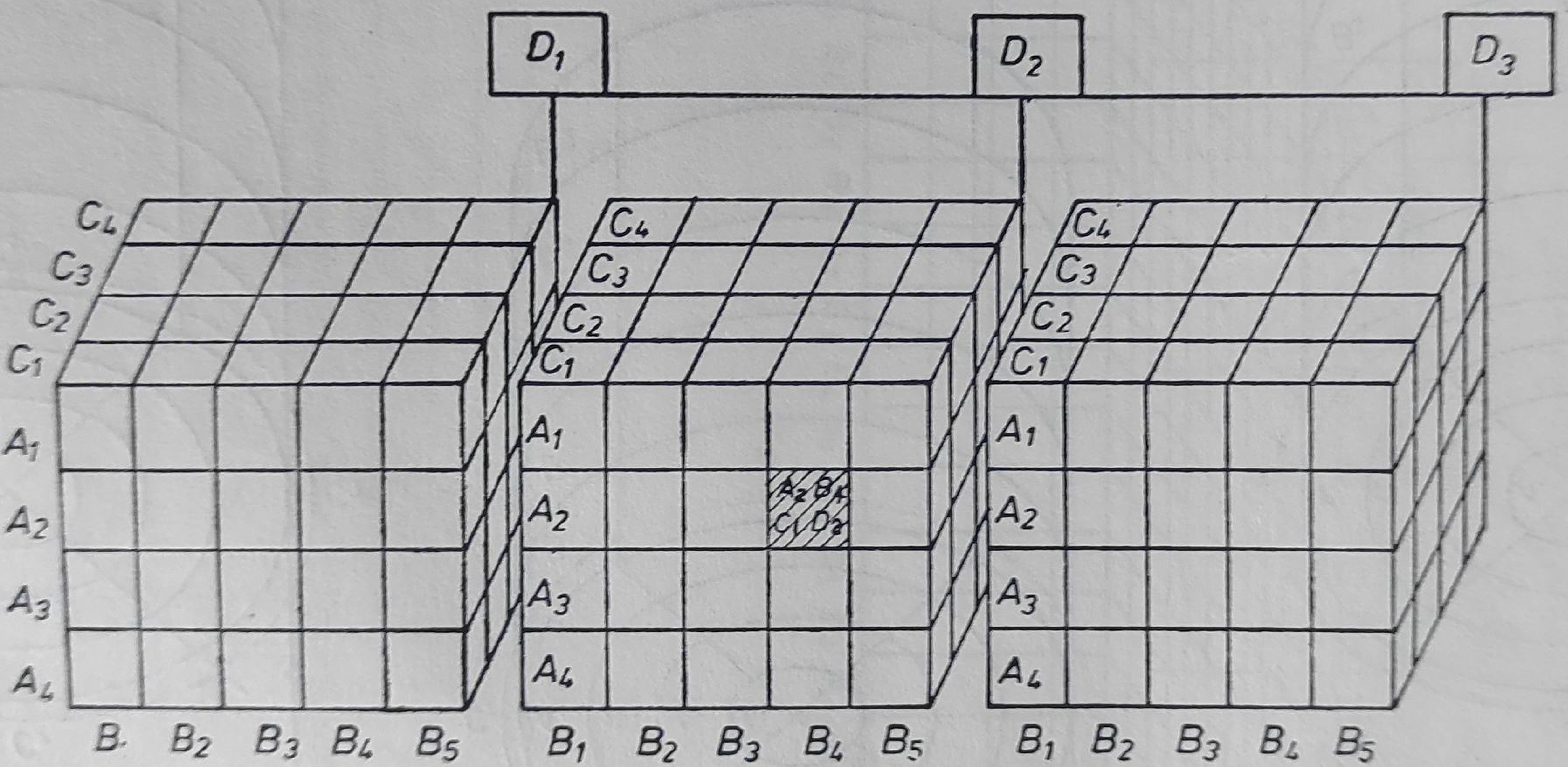

D1
D2
D3
C4
C3
C2
C1
A1
A2
A3
A4
B. B2 B3 B4 B5
B1 B2 B3 B4 B5
A2 B4
C1 D2
B1 B2 B3 B4 B5

Fig. 7.5.

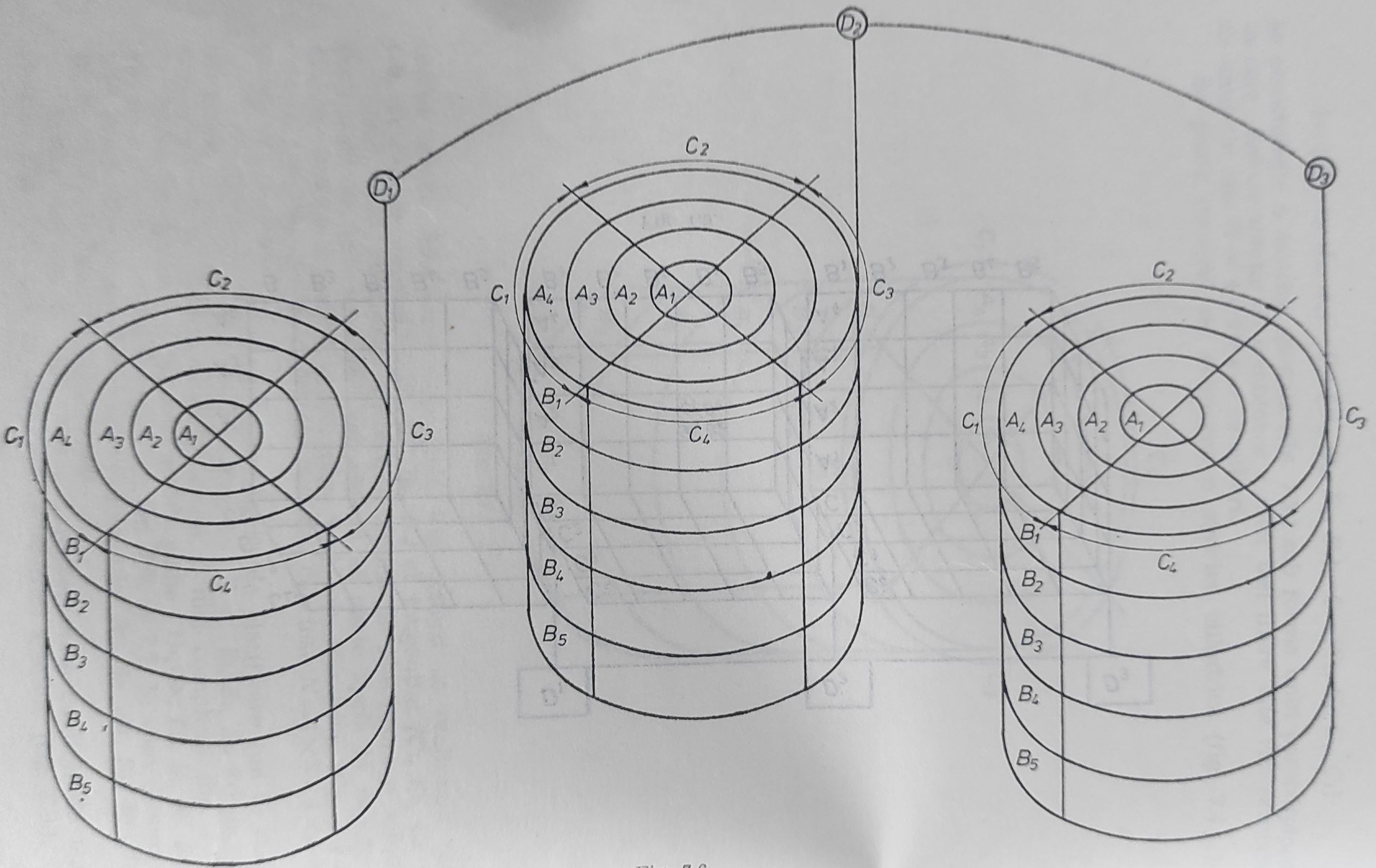


Fig. 7.6.

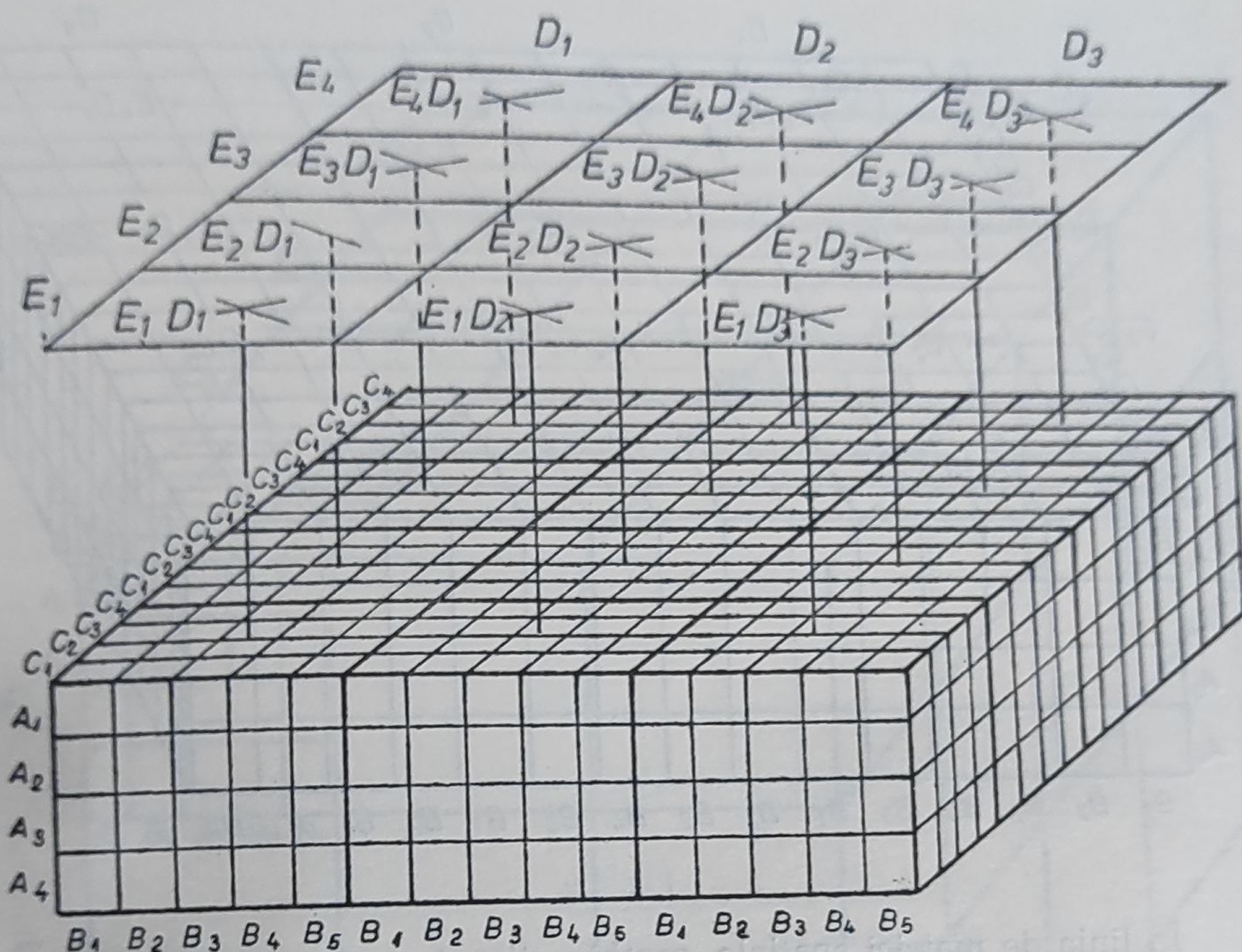

D1
D2
D3
E4
E3
E2
E1
E4D1
E4D2
E4D3
E3D1
E3D2
E3D3
E2D1
E2D2
E2D3
E1D1
E1D2
E1D3
C1
C2
C3
C4
A1
A2
A3
A4
B1 B2 B3 B4 B5 B1 B2 B3 B4 B5 B1 B2 B3 B4 B5

Fig. 7.7.

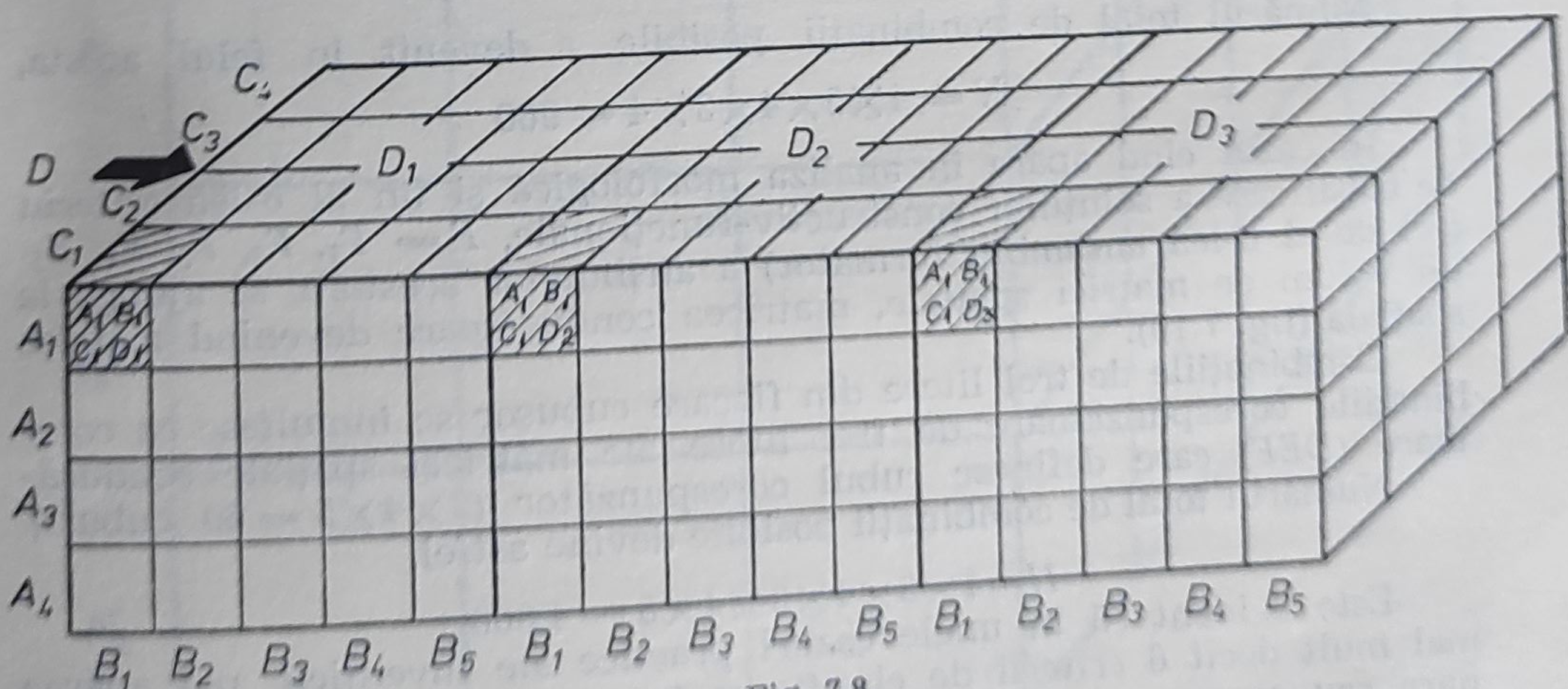

C4
C3
D
C2
C1
D1
D2
D3
A1 B1 C1 D1
A1 B1 C1 D2
A1 B1 C1 D3
A1
A2
A3
A4
B1 B2 B3 B4 B5 B1 B2 B3 B4 B5 B1 B2 B3 B4 B5

Fig. 7.8.

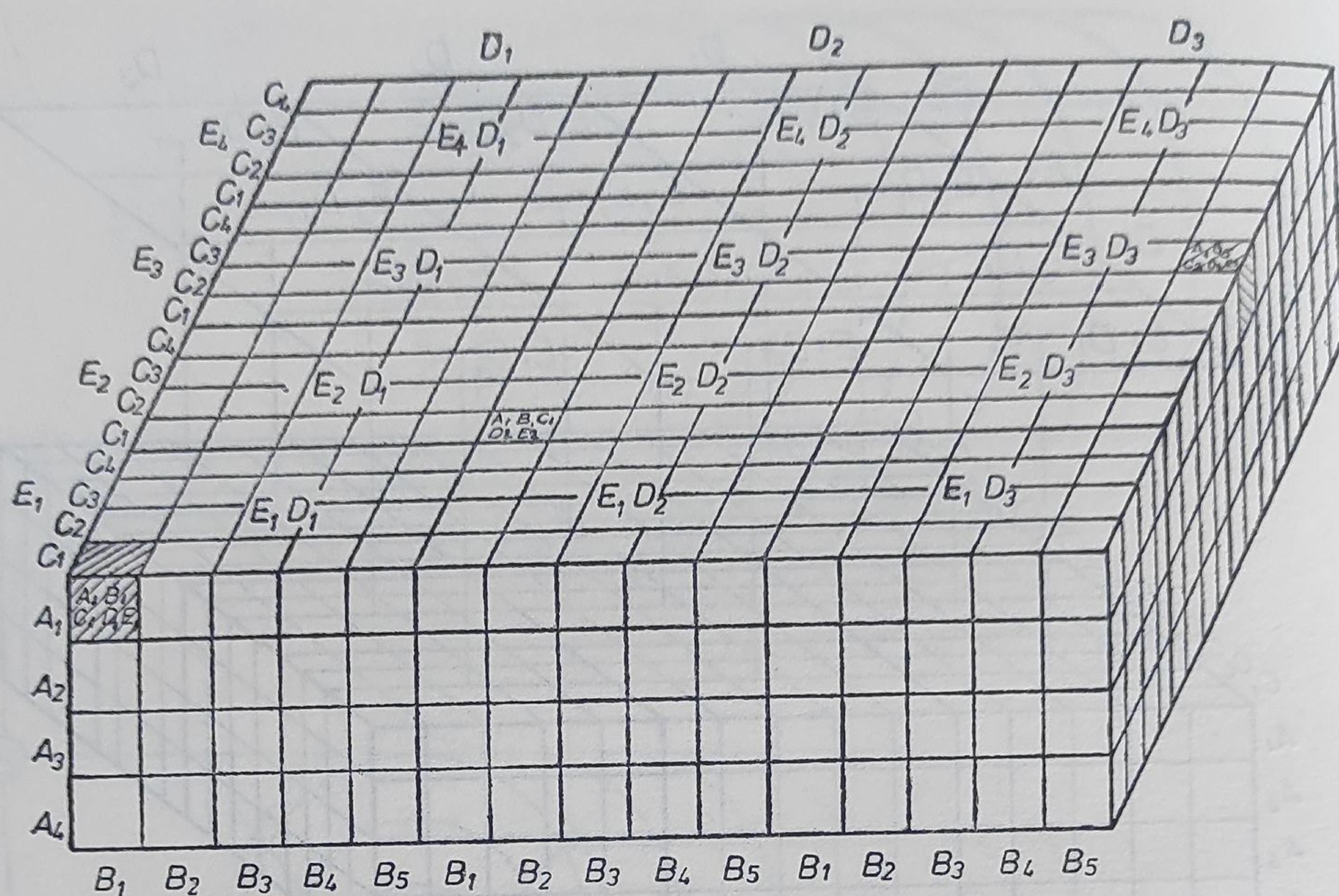


Fig. 7.9.

În linia de matrici spațiale, combinațiile de trei litere (ABC) din fiecare cubușor sînt combinate în cubul D_1, cu D_1, în cubul D_2 cu D_2 iar în cubul D_3 cu D_3.

În suprafața de matrici spațiale din fig. 7.9., combinațiile de trei litere din fiecare cubușor sînt combinate în cubul E_1D_1 cu E_1D_1, în cubul E_2D_1 cu E_2D_1 etc.

Numărul total de combinații posibile a devenit în felul acesta,

$$N = 4 \times 5 \times 4 \times 3 \times 4 = 960$$

În cazul cînd apare în analiza morfologică și un al 6-lea criteriu de clasificare a soluțiilor constructiv-funcționale, $F = F_1, F_2, F_3, F_4, F_5$ (cel de al 6-lea ansamblu formator) a atributelor acestora, se ajunge la un volum de matrici spațiale, matricea conducătoare devenind matrice spațială (fig. 7.10).

Combinațiile de trei litere din fiecare cubușor se înmulțesc cu combinațiile corespunzătoare de trei litere ale matricei spațiale conducătoare (DEF) care definesc cubul corespunzător ($3 \times 4 \times 5 = 60$ cuburi).

Numărul total de combinații posibile devine astfel,

$$N = 4 \times 5 \times 4 \times 3 \times 4 \times 5 = 4\,800$$

Este evident că în unele cazuri practice ale inventicii pot apărea mai mult decît 6 criterii de clasificare (ansamble formatoare), de ordonare sau enumerare a atributelor, sau a soluțiilor constructiv-funcționale tehnologice. În acest sens, pentru 7 criterii, apare o matrice liniară de sisteme spațiale de matrici spațiale, pentru 8 criterii, o matrice plană de sisteme de matrici spațiale, pentru 9 criterii, o matrice spațială de sisteme de matrici spațiale etc.

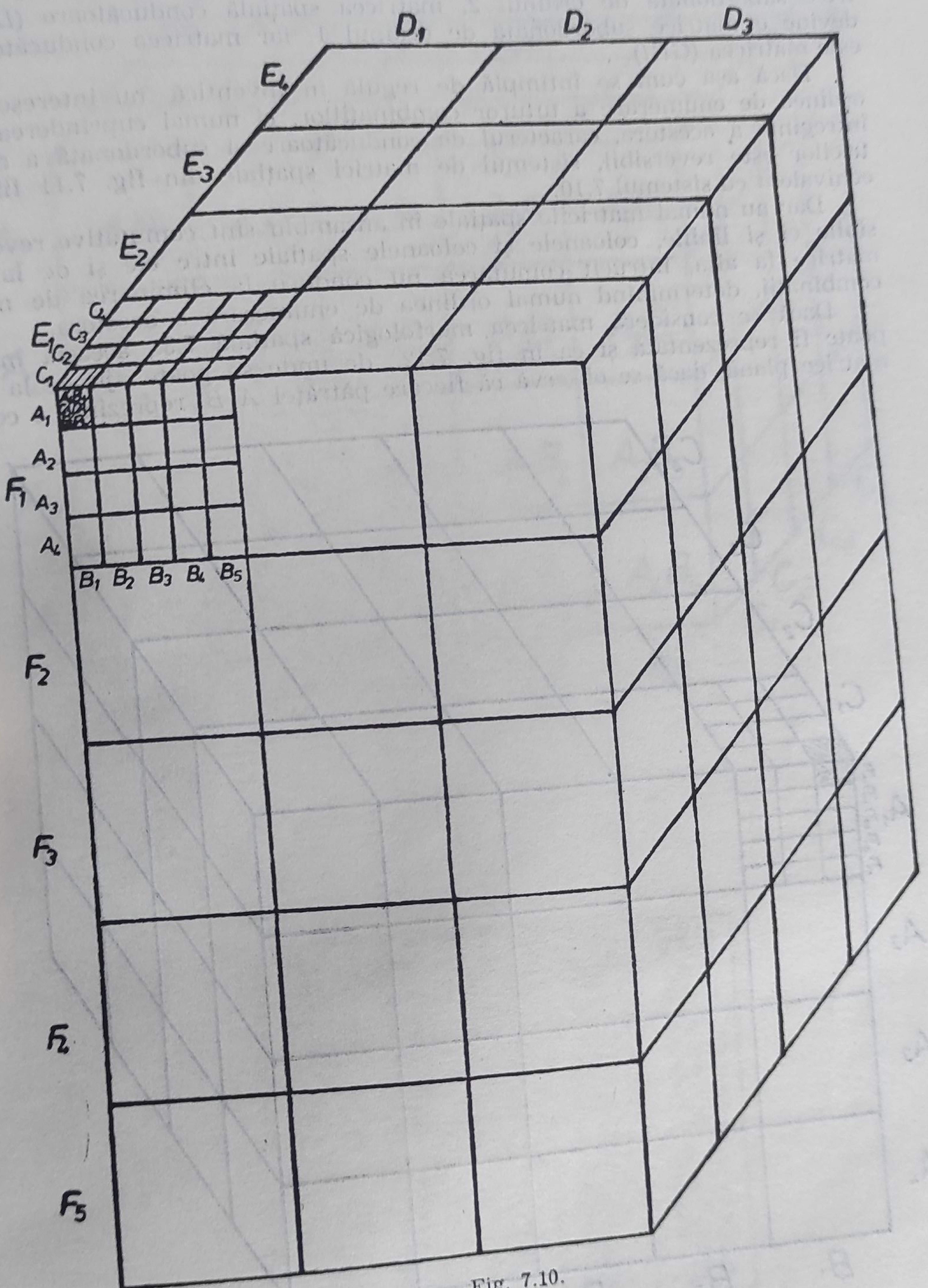

D1
D2
D3
E4
E3
E2
E1
C4
C3
C2
C1
A1
A2
A3
A4
F1
B1
B2
B3
B4
B5
F2
F3
F4
F5

Fig. 7.10.

În felul acesta matricea spațială subordonată (*ABC*) devine o matrice subordonată de ordinul 2, matricea spațială conducătoare (*DEF*) devine o matrice subordonată de ordinul 1, iar matricea conducătoare este matricea (*GHI*).

Dacă așa cum se întîmplă de regulă în inventică nu interesează ordinea de enumerare a tuturor combinațiilor, ci numai cuprinderea în întregime a acestora, caracterul de conducătoare și subordonată a matricilor este reversibil, sistemul de matrici spațiale din fig. 7.11 fiind echivalent cu sistemul 7.10.

Dar nu numai matricile spațiale în ansamblu sînt comutative reversibile ci și liniile, coloanele și coloanele spațiale între ele și de la o matrice la alta, întrucît comutarea nu conduce la eliminarea de noi combinații, determinînd numai ordinea de enumerare a acestora.

Dacă se consideră matricea morfologică spațială 7.3., aceasta mai poate fi reprezentată și ca în fig. 7.12., de unde se poate ajunge la o matrice plană, dacă se observă că fiecare pătrățel *A B* reprezintă o co-

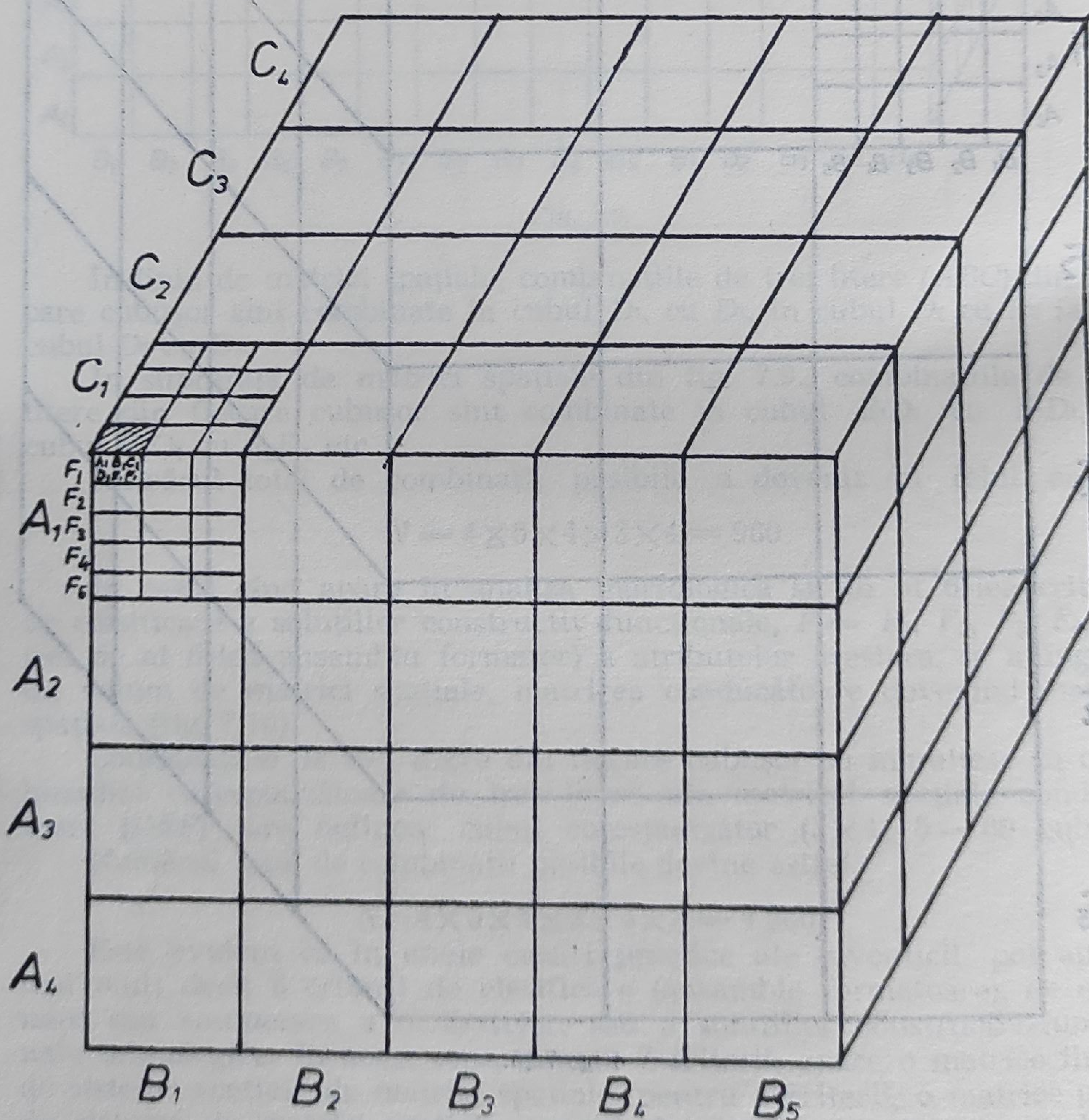


Fig. 7.11.

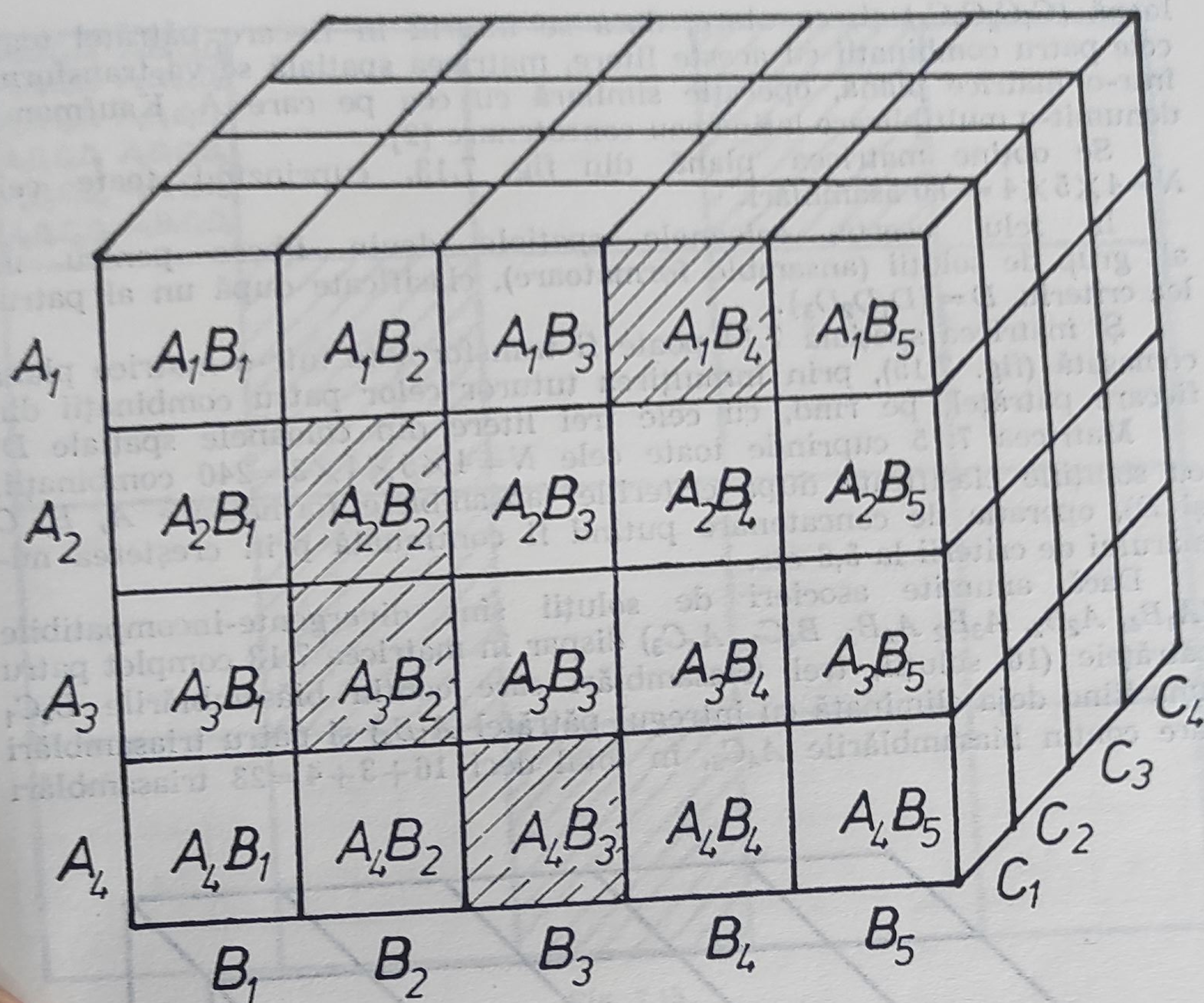


Fig. 7.12.

$A_1B_1C_1$ $A_1B_1C_2$ $A_1B_1C_3$ $A_1B_1C_4$	$A_1B_2C_1$ $A_1B_2C_2$ $A_1B_2C_3$ $A_1B_2C_4$	$A_1B_3C_1$ $A_1B_3C_2$ $A_1B_3C_3$ $A_1B_3C_4$	$A_1B_4C_1$ $A_1B_4C_2$ $A_1B_4C_3$ $A_1B_4C_4$	$A_1B\,C_1$ $A_1B\,C_2$ $A_1B\,C_3$ $A_1B\,C_4$
$A_2B_1C_1$ $A_2B_1C_2$ $A_2B_1C_3$ $A_2B_1C_4$	$A_2B_2C_1$ $A_2B_2C_2$ $A_2B_2C_3$ $A_2B_2C_4$	$A_2B_3C_1$ $A_2B_3C_2$ $A_2B_3C_3$ $A_2B_3C_4$	$A_2B_4C_1$ $A_2B_4C_2$ $A_2B_4C_3$ $A_2B_4C_4$	$A_2B\,C_1$ $A_2B\,C_2$ $A_2B\,C_3$ $A_2B\,C_4$
$A_3B_1C_1$ $A_3B_1C_2$ $A_3B_1C_3$ $A_3B_1C_4$	$A_3B_2C_1$ $A_3B_2C_2$ $A_3B_2C_3$ $A_3B_2C_4$	$A_3B_3C_1$ $A_3B_3C_2$ $A_3B_3C_3$ $A_3B_3C_4$	$A_3B_4C_1$ $A_3B_4C_2$ $A_3B_4C_3$ $A_3B_4C_4$	$A_3B\,C_1$ $A_3B\,C_2$ $A_3B\,C_3$ $A_3B\,C_4$
$A_4B_1C_1$ $A_4B_1C_2$ $A_4B_1C_3$ $A_4B_1C_4$	$A_4B_2C_1$ $A_4B_2C_2$ $A_4B_2C_3$ $A_4B_2C_4$	$A_4B_3C_1$ $A_4B_3C_2$ $A_4B_3C_3$ $A_4B_3C_4$	$A_4B_4C_1$ $A_4B_4C_2$ $A_4B_4C_3$ $A_4B_4C_4$	$A_4B\,C_1$ $A_4B\,C_2$ $A_4B\,C_3$ $A_4B\,C_4$

Fig. 7.13.

loană $(C_1C_2C_3C_4)$ şi, ca atare, dacă se înscriu în fiecare pătrăţel toate cele patru combinaţii cu aceste litere, matricea spaţială se va transforma într-o matrice plană, operaţie similară cu cea pe care A. Kaufman a denumit-o multiplicare latină sau concatenare [2].

Se obţine matricea plană din fig. 7.13, cuprinzînd toate cele $N=4\times5\times4=80$ asamblări.

În felul acesta, coloanele spaţiale devin libere pentru un alt grup de soluţii (ansamble formatoare), clasificate după un al patrulea criteriu, $D=\{D_1D_2D_3\}$.

Şi matricea spaţială 7.14 poate fi transformată într-o matrice plană comasată (fig. 7.15), prin înmulţirea tuturor celor patru combinaţii din fiecare pătrăţel, pe rînd, cu cele trei litere din coloanele spaţiale D.

Matricea 7.15 cuprinde toate cele $N=4\times5\times4\times3=240$ combinaţii, cu soluţiile clasificate după criteriile (ansamblele formatoare A, B, C şi D), operaţia de concatenare putînd fi continuată prin creşterea numărului de criterii la 5,6 etc.

Dacă anumite asocieri de soluţii sînt divergente-incompatibile (A_1B_4, A_2B_2, A_3B_2 A_4B_3, B_4C_1, A_4C_3) dispar în matricea 7.13 complet patru pătrăţele (16 soluţii, trei triasamblări care conţin biasamblările B_4C_1 (una fiind deja eliminată cu întregul pătrăţel A_1B_4) şi patru triasamblări care conţin biasamblările A_4C_3, în total deci $16+3+4=23$ triasamblări

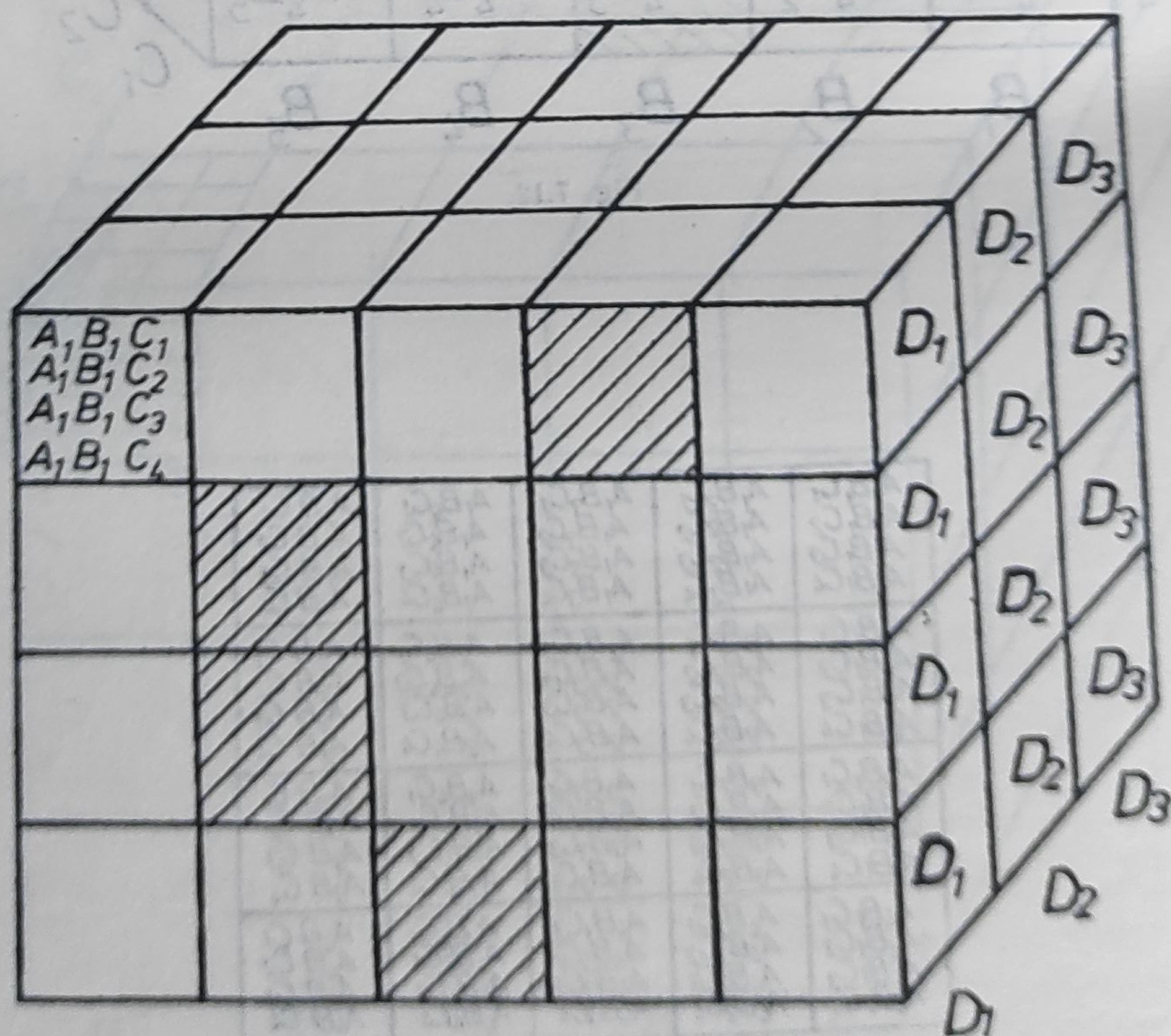


Fig. 7.14.

Fig. 7.15.

incompatibile, ceea ce în matricea 7.15 se traduce într-un total de 23×3=69 quatrasamblări incompatibile, rămînînd de analizat 240—69= =171 quatrasamblări cuprinzînd cele cunoscute în tehnică și cele necunoscute și care ar putea fi luate ca bază de realizare-concretizare a unor noi soluții constructiv-funcționale.

7.2.2. Cercetarea morfologică secvențial-selectivă

Reducerea numărului de soluții reținute pentru creație se poate realiza eficient nu numai prin eliminarea finală a soluțiilor incompatibile, ca în paragraful precedent, ci și prin selectarea secvențială a soluțiilor (asamblărilor) valoroase.

Într-o morfologie constituită din ansamblele formatoare A...L, se examinează dintîi biasamblările *AB*, dintre care se selecționează cîteva mai interesante, care, cu ansamblul formator *C*, formează un număr limitat de triasamblări, din rîndul cărora se selectează de asemenea un număr limitat, care la rîndul lor se quatrasamblează cu elementele ansamblului formator *D* ș.a.m.d., final reținîndu-se cîteva I-asamblări demne de aprofundat și concretizat constructiv-funcțional-tehnologic.

Fie morfologia

$A=\{A_1,\ A_2,\ A_3,\ A_4\}$

$B=\{B_1,\ B_2,\ B_3,\ B_4,\ B_5\}$

$C=\{C_1,\ C_2,\ C_3,\ C_4\}$

$D=\{D_1,\ D_2,\ D_3\}$

$E=\{E_1,\ E_2,\ E_3,\ E_4\}$

Analizînd biasamblările din matricea AB (fig. 7.16)

	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5
A_1	X	X	X	X	A_1B_5
A_2	X	X	A_2B_3	A_2B_4	X
A_3	A_3B_1	X	X	X	X
A_4	X	A_4B_2	X	X	X

Fig. 7.16.

	C_1	C_2	C_3	C_4
A_1B_5	X	X	$A_1B_5C_3$	X
A_2B_3	X	$A_2B_3C_2$	X	X
A_2B_4	X	X	X	$A_2B_4C_4$
A_3B_1	$A_3B_1C_1$	X	X	X
A_4B_2	X	X	$A_4B_2C_3$	X

Fig. 7.17.

s-au reținut, de exemplu, biasamblările A_1B_5, A_2B_3, A_2B_4, A_3B_1, A_4B_2, care cu elementele ansamblului formator C constituie o a doua matrice fig. 7.17.

	D_1	D_2	D_3
$A_1B_5C_3$	$A_1B_5C_3D_1$	X	$A_1B_5C_3D_3$
$A_2B_3C_2$	X	$A_2B_3C_2D_2$	X
$A_2B_4C_4$	X	X	$A_2B_4C_4D_3$
$A_3B_1C_1$	X	$A_3B_1C_1D_2$	X
$A_4B_2C_3$	$A_4B_2C_3D_1$	X	$A_4B_2C_3D_3$

Fig. 7.18.

Din matricea restrînsă ABC se extrag de asemenea soluțiile interesante, reprezentate de triasamblările $A_1B_5C_3$, $A_2B_3C_2$, $A_2B_4C_4$, $A_3B_1C_1$ și $A_4B_2C_3$, cu care, împreună cu ansamblul formator D, se constituie o a treia matrice plană restrînsă (fig. 7.18).

Quatrasamblările selectate $A_1B_5C_3D_1$, $A_1B_5C_3D_3$, $A_2B_3C_2D_2$, $A_2B_4C_4D_3$, $A_3B_1C_1D_2$, $A_4B_2C_3D_1$ și $A_4B_2C_3D_3$, împreună cu ansamblul formator E, se constituie în cea de a patra și ultima matrice plană restrînsă (fig. 7.19).

Cele zece quintasamblări reținute vor constitui o bază de lansare și concretizare a unor noi soluții constructiv-funcțional-tehnologice viabile.

	E_1	E_2	E_3	E_4
$A_1B_5C_3D_1$	X	X	X	$A_1B_5C_3D_1E_4$
$A_1B_5C_3D_3$	X	$A_1B_5C_3D_3E_2$	$A_1B_5C_3D_3E_3$	X
$A_2B_3C_2D_2$	X	X	$A_2B_3C_2D_2E_3$	X
$A_2B_4C_4D_3$	X	$A_2B_4C_4D_3E_2$	$A_2B_4C_4D_3E_3$	X
$A_3B_1C_1D_2$	X	X	$A_3B_1C_1D_2E_3$	X
$A_4B_2C_3D_1$	X	X	X	$A_4B_2C_3D_1E_4$
$A_4B_2C_3D_3$	X	$A_4B_2C_3D_3E_2$	$A_4B_2C_3D_3E_3$	X

Fig. 7.19.

7.2.3. Cercetarea morfologică ponderată selectivă prin divizarea pe submorfologii

Pentru mărirea gradului de obiectivitate în selectarea soluției optime, morfologia $ABCDE...KL$ se subdivide în submorfologiile AB, BC, $CD...KL$, (din maiar pentru compararea biasamblărilor din fiecare submorfologie (din matricele plane corespunzătoare), fiecare biasamblare este afectată cu un coeficient subunitar, astfel încît suma coeficienților de pe o linie să fie egală de exemplu cu cifra 1 (fig. 7.20, 7.21, 7.22, 7.23), tehnică similară cu tehnica deciziei impuse din ingineria valorii.

	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5
A_1	0,1	0,3	0,2	0	0,4
A_2	0,2	0,1	0,3	0,3	0,1
A_3	0,5	0,2	0	0,2	0,1
A_4	0	0,4	0	0,3	0,3

Fig. 7.20.

	C_1	C_2	C_3	C_4
B_1	0,4	0,1	0,3	0,2
B_2	0,2	0,2	0,5	0,1
B_3	0	0,5	0,2	0,3
B_4	0,3	0	0,3	0,4
B_5	0,2	0,2	0,4	0,2

Fig. 7.21.

	D_1	D_2	D_3
C_1	0,3	0,4	0,3
C_2	0,2	0,5	0,3
C_3	0,4	0,1	0,5
C_4	0,3	0,2	0,5

Fig. 7.22.

	E_1	E_2	E_3	E_4
D_1	0	0	0	1
D_2	0	0,4	0,5	0,1
D_3	0,1	0,4	0,4	0,1

Fig. 7.23.

Dacă se consideră morfologia din paragraful 7.2.2., se obțin matricele, cu ajutorul cărora se construiește diagrama de „puncte și săgeți" sau graful din fig. 7.24.

Soluția cu pondere maximală obținută prin metoda programării dinamice din calculul operațional [9] este dată de pentasamblarea $A_4B_2C_3D_1E_4$ cu ponderea $0{,}4\times0{,}5\times0{,}4\times1=0{,}080$.

Determinarea soluției (politicii) A_0F (fig. 7.24) optime, de pondere maximală se realizează pornind de la principiul lui Bellman [9], în conformitate cu care, *o politică este optimă, dacă oricare au fost deciziile precedente, deciziile care rămîn să fie luate într-o anumită fază, constituie o politică optimă, ținînd seama de rezultatele hotărîrilor precedente.*

În cazul exemplului din fig. 7.24, principiul lui Bellman se traduce în următoarea formulare : *O asamblare este optimă (cu greutate maximă), dacă deciziile care rămîn să fie luate într-o anumită fază constituie asamblări optime ținînd seama de rezultatul asamblărilor precedente.*

Se notează cu x_0, x_1, x_2, x_3, x_4 variabilele de decizie referitoare la fiecare tronson :

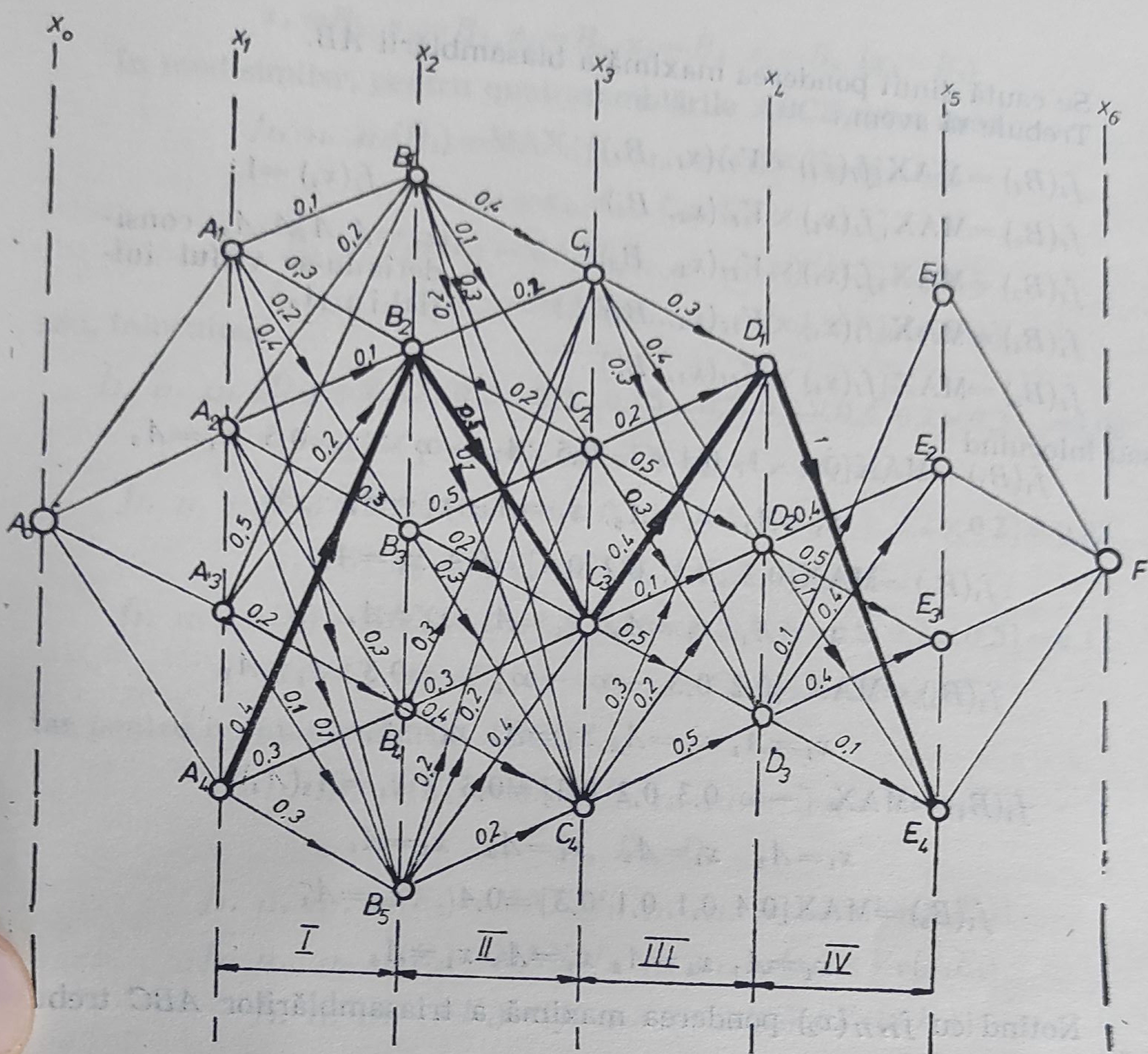


Fig. 7.24.

x_0: A_1, A_2, A_3, A_4

x_1: B_1, B_2, B_3, B_4, B_5

x_2: C_1, C_2, C_3, C_4

x_3: D_1, D_2, D_3

x_4: E_1, E_2, E_3, E_4

Se notează cu :

V_I (x_0, x_1) ponderea biasamblării $A_0A=1$

V_{II} (x_1, x_2) ponderea biasamblării AB

V_{III} (x_2, x_3) ponderea biasamblării BC

V_{IV} (x_3, x_4) ponderea biasamblării CD

V_V (x_4, x_5) ponderea biasamblării DE

Ponderea totală a pentasamblării va fi :

$$F(x_0, x_1, x_2, x_3, x_4)=V_I(x_0, x_1)\times V_{II}(x_1, x_2)\times V_{III}(x_2 x_3)\times V_{IV}(x_3, x_4)\times V_V(x_4, x_5)$$

Se caută dintîi ponderea maximă a biasamblării AB.
Trebuie să avem :

$$f_I(B_I)=\text{MAX}[f_I(x_I)\times V_{II}(x_I,\ B_I)]$$
$$f_I(B_2)=\text{MAX}[f_I(x_1)\times V_{II}(x_1,\ B_2)]$$
$$f_I(B_3)=\text{MAX}[f_I(x_1)\times V_{II}(x_1,\ B_3)]$$
$$f_1(B_4)=\text{MAX}[f_I(x_1)\times V_{II}(x_1,\ B_4)$$
$$f_I(B_5)=\text{MAX}[f_I(x_1)\times V_{II}(x_1,\ B_5]$$

$f_I(x_1)=1$

$x_1=A_1A_2A_3A_4$, considerîndu-se vîrful inițial în A_0

sau înlocuind

$$f_1(B_1)=\text{MAX}[0{,}1\times 1,\ 0{,}1\times 1,\ 0{,}5\times 1,\ -\infty\times 1]=0{,}5\quad x_1=A_3$$
$$x_1=A_1,\ x_1=A_2,\ x_1=A_3,\ x_1=A_4$$
$$f_1(B_2)=\text{MAX}[0{,}3,\ 0{,}1,\ 0{,}2\ 0{,}4]=0{,}4\quad x_1=A_4$$
$$x_1=A_1,\ x_1=A_2,\ x_1=A_3,\ x_1=A_4$$
$$f_1(B_3)=\text{MAX}\ [0{,}2\ 0{,}3\ -\infty\ -\infty]\quad =0{,}3\quad x_1=A_2$$
$$x_1=A_1\ x_1=A_2\ x_1=A_3\ x_1=A_4$$
$$f_1(B_4)=\text{MAX}\ [-\infty\ 0{,}3\ 0{,}2\ 0{,}3]=0{,}3\quad x_1=A_2(A_4)$$
$$x_1=A_1\quad x_1=A_2\quad x_1=A_3\quad x_1=A_4$$
$$f_1(B_5)=\text{MAX}[0{,}4\ 0{,}1\ 0{,}1\ 0{,}3]=0{,}4\quad x_1=A_1$$
$$x_1=A_1\ x_1=A_2\ x_1=A_3\ x_1=A_4$$

Notînd cu $f_{I,II}(x_2)$ ponderea maximă a triasamblărilor ABC trebuie să avem :

$$f_{I,\ II}(C_1)=\text{MAX}[f_{I,\ II}(x_2)\times V_{III}(x_2C_1)]$$
$$x_2=B_1,\ B_2,\ B_3,\ B_4,\ B_5$$
$$f_{I,\ II}(C_2)=\text{MAX}[f_{I\ II}(x_2)\times V_{III}(x_2C_2)]$$
$$f_{I,\ II}(C_3)=\text{MAX}[f_{K,\ II}(x_2)\times V_{III}(x_2C_3)$$
$$f_{I,\ II}(F_4)=\text{MAX}[f_{I,\ II}(x_2)\times V_{III}(x_2C_4)]$$

sau înlocuind,

$$f_{I,\ II}(C_1)=\text{MAX}[0{,}5\times 0{,}4,\ 0{,}4\times 0{,}2,\ 0{,}3\times(-\infty),\ 0{,}3\times 0{,}3,\ 0{,}4\times 0{,}2]=0{,}2$$
$$x_2=B_1,\ x_2=B_2\ x_2=B_3\ x_2=B_4\ x_2=B_5\ (x_2=B_1)$$
$$f_{I,KII}(C_2)=\text{MAX}[0{,}5\times 0{,}1\ 0{,}4\times 0{,}2\ 0{,}3\times 0{,}5\ 0{,}3\times(-\infty)\ 0{,}4\times 0{,}2]=0{,}15$$
$$x_2=B_1\ x_2=B_2\quad x_2=B_3\quad x_2=B_4\ x_2=B_5\quad (x_2=B_3)$$
$$f_{I,\ II}(C_3)=\text{MAX}[0{,}3\times 0{,}3\ 0{,}4\times 0{,}4\ 0{,}3\times 0{,}2\ 0{,}3\times 0{,}2\ 0{,}4\times 0{,}4]=0{,}2$$
$$x_2=B_1\ x_2=B_2\ x_2=B_3\ x_2=B_4\ x_2=B_5\ (x_2=B_2)$$
$$f_{I,\ II}(C_4)=\text{MAX}[0{,}5\times 0{,}2\ 0{,}4\times 0{,}1\ 0{,}3\times 0{,}3\ 0{,}3\times 0{,}4\ 0{,}4\times 0{,}2]=0{,}12$$

$$x_2=B_1 \; x_2=B_2 \; x_2=B_3 \; x_2=B_4 \; x_2=B_5 \; (x_2=B_4)$$

În mod similar, pentru quatrasamblările *ABCD*, vom avea :

$$f_{I,\ II,\ III}(D_1)=\text{MAX}[f_{I,\ II,\ III}(x_2)\times V_{IV}(x_3D_1)]$$
$$x_2=x_1,\ C_2,\ C_3,\ C_4$$
$$f_{I,\ II,\ III}(D_2)=\text{MAX}[f_{I,\ II,\ III}(x_2)\times V_{IV}(x_3D_2]$$
$$f_{I,\ II,\ III}(D_3C_1)=\text{MAX}[f_{I,\ II,\ III}(x_2)\times V_{IV}(x_3D_3)]$$

sau, înlocuind

$$f_{I,\ II,\ III}\ (D_1)=\text{MAX}[0{,}2\times0{,}3,\ 0{,}15\times0{,}2\ \ 0{,}2\times0{,}4\ \ 0{,}2\times0{,}3]\ =0{,}08$$
$$x_2=C_1\ x_2=C_2\ x_2=C_3\ x_2=C_4\ (x_2=C_3)$$
$$f_{I,\ II,\ III}(D_2)=\text{MAX}[0{,}2\times0{,}4\ \ 0{,}15\times0{,}5\ \ 0{,}2\times0{,}1\ \ 0{,}2\times0\ 2]=0{,}08$$
$$x_2=C_1\ x_2=C_2\ x_2=C_3\ x_2=C_4\qquad(x_2=C_1)$$
$$f_{I,\ II,\ III}(D_2)=\text{MAX}[0{,}2\times0{,}3\ \ 0{,}15\times0{,}3\ \ 0{,}2\times0{,}5\ \ 0{,}2\times0{,}5]=0{,}1$$
$$x_2=C_1\ \ x_2=C_2\ \ x_2=C_3\ x_2=C_4\ (x_2=C_2\ \ x_2=C_4)$$

iar pentru quintasamblările *ABCDE*,

$$f_{I,\ II,\ III,\ IV}(E_1)=\text{MAX}[f_{I,\ II,\ III,\ IV}(x_3)\times V_V(x_4E_1)]$$
$$x_3=D_1,\ D_2,\ D_3$$
$$f_{I,\ II,\ III,\ IV}(E_2)=\text{MAX}[f_{I,\ II,\ III,\ IV}(x_3)\times V_V(x_4E_2)]$$
$$f_{I,\ II,\ III,\ IV}(E_3)=\text{MAX}[f_{I,\ II,\ III,\ IV}(x_3)\times V_V(x_4E_3)$$
$$f_{I,\ II,\ III,\ IV}(E_4)=[f_{I,\ II,\ III,\ IV}(x_3)\times V_V(x_4E_4)]$$

$$f_{I,\ II,\ III,\ IV}(E_1)=\text{MAX}[0{,}08\times(-\infty)\ \ 0{,}08\times(-\infty)\ 0{,}1\times0{,}1[\ =0{,}01$$
$$x_3=D_1\ x_3=D_2\ x_3=D_3\ (x_3=D_3)$$
$$f_{I,\ II,\ III,\ IV}(E_2)=\text{MAX}[0{,}08\times(-\infty)\ 0{,}08\times0{,}4\ 0{,}1\times0{,}4]=0{,}04$$
$$x_3=D_1\ x_3=D_2\ x_3=D_3\ (x_3=D_3)$$
$$f_{I,\ II,\ III,\ IV}(E_3)=\text{MAX}[0{,}08\times-\infty)\ \ 0{,}08\times0{,}5\ \ 0{,}1\times0{,}4]\ =0{,}04$$
$$x_3=D_1\ x_3=D_2\ x_3=D_3\ (x_3=D_2)$$
$$f_{I,\ II,\ III,\ IV}(E_4)=\text{MAX}[0{,}08\times1,\ \ 0{,}08\times0{,}1\ \ 0{,}1\times0{,}1]=0{,}08$$
$$x_3=D_1\ x_3=D_2\ x_3=D_3\ (x_3=D_1)$$

Prin urmare, ponderea maximă a soluțiilor de combinare este 0,08 și este dată de quintasamblarea :

$$A_4B_2C_3D_1E_4=0{,}4\times0{,}5\times0{,}4\times1=0{,}08$$

În mod similar se pot stabili și soluțiile cu pondere imediat următoare :

$$A_1B_5C_3D_1E_4=0,4\times 0,4\times 0,4\times 1=0,0064$$
$$A_3B_1C_1D_1E_4=0,5\times 0,4\times 0,3\times 1=0,060$$
$$A_1B_2C_3D_1E_4=0,3\times 0,5\times 0,4\times 1=0,060$$

Primele două soluții, cu pondere maximală și imediat inferioară $A_4B_2C_3D_1E_4$ și $A_1B_5C_3D_1E_4$ se regăsesc și în cele zece quintasamblări reținute prin cercetarea morfologică secvențial-selectivă, aplicată în paragraful precedent pe o aceeași morfologie.

Cercetarea morfologică ponderată, selectivă, prin divizarea pe submorfologii, folosind optimizarea prin programare dinamică reprezintă una din cele mai indicate metode pentru depistarea combinațiilor (r-asamblărilor) viabile, ca bază de discuție pentru noile creații tehnice, oferind o bază logică — deterministă pentru noile soluții, cu implicații nu numai de ordin calitativ ci și cantitativ.

Acest gen de cercetare prezintă însă și un important neajuns :

— considerîndu-se biasamblările secvențial, independent, se neglijează intercondiționarea și interinfluențarea acestora ;

— o biasamblare neinteresantă $AiBj$ luată separat, poate căpăta noi calități în cadrul unei triasamblări $AiBjC_k$ sau a unei pentasamblări $AiBjCkDlFm$, în noile asamblări luîndu-se în considerație pierderile sau cîștigurile calitative numai a asamblărilor reținute inițial.

7.2.4. Cercetarea morfologică prin enumerare ordonată (lexicografică)

Din multitudinea metodelor de enumerare ordonată a tuturor r-asamblărilor, fără omisii sau repetiții, este recomandabilă metoda lexicografică, în conformitate cu care, r-asamblările se ordonează în ordinea crescătoare a sumei indicilor elementelor componente.

De exemplu, fie următoarele trei ansamble formatoare :

$$A=\{A_1, A_2, A_3\}\quad B=\{B_1, B_2, B_3, B_4\}\quad C=\{C_1, C_2\}$$

se formează, în ordine, triasamblările cu suma indicilor minimă — trei, apoi 4, 5, . . . pînă la maxim 9.

nivel

3 A_1, B_1, C_1

4 A_1, B_1, C_2 A_1, B_2, C_1 A_2, B_1, C_1

5. A_1, B_3, C_1 A_1, B_2, C_2 A_2, B_1, C_2 A_2, B_2, C_1 A_3, B_1, C_1

6 A_1, B_3, C_2 A_1, B_4, C_1 A_2, B_2, C_2 A_2, B_3, C_1 A_3, B_1, C_2 A_3, B_2, C_1

7 A_1, B_4, C_2 A_2, B_3, C_2 A_2, B_4, C_1 A_3, B_2, C_2 A_3, B_3, C_1

8 A_2, B_4, C_2 A_3, B_3, C_2 A_3, B_4, C_1

9 A_3, B_4, C_2

Conform relației 7.4. rezultă

$$N = 3 \times 4 \times 2 = 24 \text{ soluţii.}$$

Grafic, cele 24 triasamblări se pot transpune într-o reţea vectorială, ca în fig. 7.25.

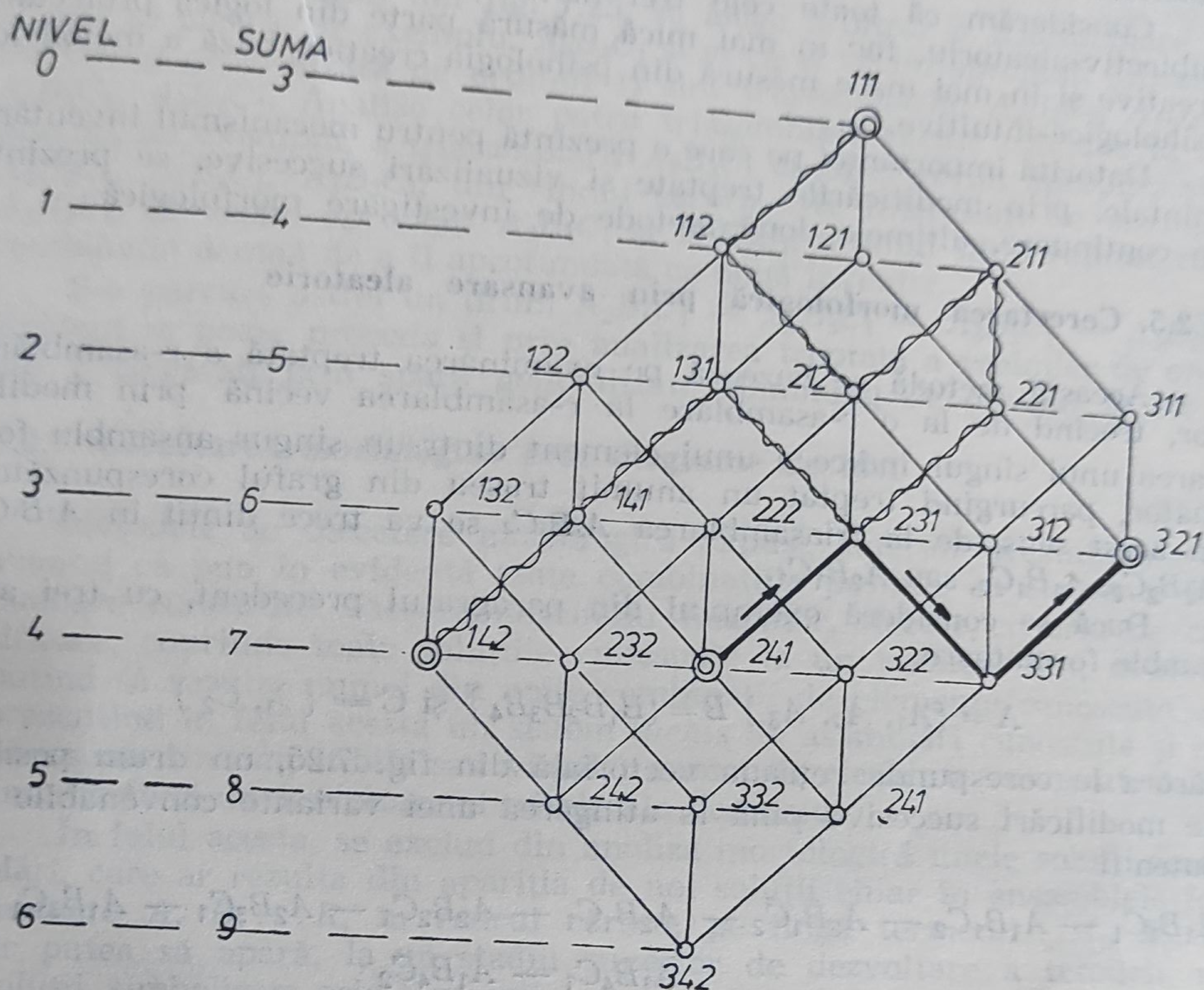


Fig. 7.25.

Această metodă permite evidenţierea şi reprezentarea tuturor celor $\alpha \times \beta \times \gamma \times \delta \times \ldots \times \varrho$ r-asamblări ale morfologiei

$$A = \{A_1, A_2, \ldots A_\alpha\} \; B = \{B_1, B_2, \ldots B_\beta\} \text{ şi } R = \{R_1, R_2, \ldots R_\varrho\}$$

dacă numărul de ansamble formatoare şi de elemente în cadrul ansamblelor este redus. În caz contrar, chiar prin listarea pe calculator, listingul este greu de urmărit şi cu atît mai mult, de folosit ca stimulent în creaţia tehnică.

De multe ori, soluţiile constructiv-funcţional-tehnologice se clasifică din mai multe puncte de vedere — ansamble formatoare, iar fiecare ansamblu formator are un număr sporit de elemente (α, β, ... ϱ, mari), situaţii în care numărul r-asamblărilor $N = \alpha \,.\, \beta \,.\, \gamma, \ldots \times \varrho$, rezultă de ordinul miilor, zecilor de mii sau chiar a sutelor de mii, complicînd mult chiar şi cercetările morfologice secvenţial-selective.

Pentru a aborda şi asemenea cazuri, au fost imaginate şi alte metode de cercetare morfologică, mai mult sau mai puţin subiective şi supuse hazardului, bazate pe baleiajul parţial-aleatoriu al morfologiilor.

În această categorie intră *„cercetarea morfologică prin randomizare“* (explorare stochastică, extragere aleatorie), *„cercetarea morfologică prin avansare aleatorie“* și *„cercetarea morfologică prin asemănare“* [2].

Considerăm că toate cele trei metode, ca urmare a caracterului subiectiv-aleatoriu, fac în mai mică măsură parte din logica proiectării creative și în mai mare măsură din psihologia creației, bază a metodelor psihologice-intuitive.

Datorită importanței pe care o prezintă pentru mecanismul inventării mintale, prin modificările treptate și vizualizări succesive, se prezintă în continuare, ultimele două metode de investigare morfologică.

7.2.5. Cercetarea morfologică prin avansare aleatorie

Această metodă se bazează pe examinarea treptată a r-asamblărilor, trecînd de la o r-asamblare la r-asamblarea vecină prin modificarea unui singur indice a unui element dintr-un singur ansamblu formator, parcurgînd treptat un anumit traseu din graful corespunzător. În acest sens, de la triasamblarea $A_2B_1C_2$ se va trece dintîi în $A_3B_1C_2$, $A_2B_2C_2$, $A_1B_1C_2$, sau $A_2B_1C_1$.

Dacă se consideră exemplul din paragraful precedent, cu trei ansamble formatoare,

$$A = \{A_1, A_2, A_3\}\ B = \{B_1B_2B_3B_4\} \text{ și } C = \{C_1, C_2\}$$

cărora le corespunde rețeaua vectorială din fig. 7.25, un drum posibil de modificări succesive pînă la atingerea unei variante convenabile ar putea fi :

$$A_1B_1C_1 — A_1B_1C_2 — A_2B_1C_2 — A_2B_1C_1 — A_2B_2C_1 — A_2B_3C_1 — A_1B_3C_1 — A_1B_4C_1 — A_1B_4C_2$$

7.2.6. Cercetarea morfologică prin asemănare

Prin definiție [2], două r-asamblări la care toate perechile de elemente sînt identice, cu excepția unei perechi, a cărei indici diferă cu ± 1, au o asemănare ordonată de ordinul 1. Dacă suma valorilor absolute ale diferenței dintre indici este 2, asemănarea ordonată este de ordinul 2 etc.

De exemplu, perechea de pentasamblări,

$$\begin{array}{ccccc} A_1 & B_3 & C_2 & D_1 & E_2 \\ \updownarrow & & \updownarrow & \updownarrow & \\ A_2 & B_3 & C_3 & D_2 & E_2 \end{array}$$

și perechea

$$\begin{array}{ccccc} A_1 & B_3 & C_2 & D_1 & E_2 \\ & & \updownarrow & \updownarrow & \updownarrow \\ A_1 & B_3 & C_2 & D_4 & E_? \end{array}$$

au o asemănare ordonată de ordinul trei, sau, extinzînd noțiunea de „distanță Hamming" [2] folosită în informatică, cele două perechi de pentasamblări diferă printr-o distanță Hamming generalizată de ordinul 3.

Reluînd exemplul din fig. 7.25, se alege arbitrar o triasamblare de la care se pleacă, de exemplu, $A_2B_4C_1$ și ai cărei vecini apropiați (distanță Hamming generalizată de ordinul 1) sînt triasamblările $A_2B_4C_2$, $A_1B_4C_1$, $A_2B_3C_1$, $A_3B_4C_1$. Analiza celor patru triasamblări vecine conduce la reținerea, de exemplu, a triasamblării $A_2B_3C_1$ ai cărei vecini apropiați sînt $A_2B_2C_1$, $A_1B_3C_1$, $A_3B_3C_1$, din rîndul cărora este interesant de exemplu $A_3B_3C_1$, cu vecini apropiați $A_3B_4C_1$ și $A_3B_2C_1$, ultimul fiind reținut ca o combinație demnă de a fi aprofundată ca nouă invenție.

S-a parcurs astfel un drum $A_2B_4C_1$ — $A_2B_3C_1$ — $A_3B_3C_1$ — $A_3B_2C_1$. Evident se poate proceda și prin analizarea treptată a vecinilor de ordinul 2 (separați prin spații generalizate Hamming de ordinul 2) etc.

7.2.7. Cercetarea morfologică prin diagrame de idei

Metodele de cercetare morfologică expuse anterior prezintă marele avantaj că pun în evidență toate combinațiile posibile cu elemente formatoare cunoscute. Fiecare ansamblu formator, fiecare criteriu de clasificare, cuprinde toate soluțiile cunoscute la un moment dat, noutatea putînd să rezulte numai din noile combinații de elemente cunoscute, reprezentînd în felul acesta un sistem *închis* de asamblări cunoscute și necunoscute (incompatibile sau viabile) numai de elemente cunoscute la un anumit nivel de dezvoltare al tehnicii în domeniu.

În felul acesta, se exclud din analiza morfologică unele soluții-asamblări, care ar rezulta din apariția de noi soluții chiar în ansamblele formatoare A, B, ... R, în cadrul cărora, pe lîngă termenii A_i, B_j, R_r, ar putea să apară, la un stadiu superior de dezvoltare a tehnicii, noi soluții, simbolizate prin termenii

$$A_{i+1},\ A_{i+2}\dots;\ B_{j+1}\dots;\ B_{j+2}\dots;\ R_{r+1},\ R_{r+2}\dots$$

Din acest punct de vedere, matricele și grafurile reprezintă sisteme închise, neoferind noi căi de realizare de r-asamblări viabile.

De asemenea, prin caracterul simbolizat al r-asamblărilor, matricele și grafurile supun în timpul cercetării morfologice pe inventatori la eforturi deosebite de vizualizare, uneori de-a dreptul stressante. Este evident că inventatorul, dotat cu o înaltă capacitate de a vizualiza, de a vedea cu ochii minții, poate rezolva uneori operativ cercetarea morfologică pe baza metodelor expuse anterior, dar și pentru aceasta, vizualizarea poate fi ajutată și stimulată.

Este deosebit de dificil de a avea în minte, simultan, multitudinea informațiilor asupra soluțiilor constructiv-funcțional-tehnologice existente, cu toate că ochii pot percepe și distinge simultan o infinitate de obiecte.

Cel mai important mijloc de vizualizare, îl reprezintă diagrama ideilor, prezentată anterior și ca metodă de sinteză a informațiilor. Fiecare clasificare și subclasificare (fig. 6.2 și fig. 6.3) este prezentată deschis, astfel încît se evită instaurarea unei stări de închistare a proiectantului în sistemul actual de cunoștințe în domeniu.

Totuși diagrama ideilor prezintă și un mare dezavantaj, întrucît nu pune în evidență toate combinațiile (r-asamblările) posibile.

7.2.8. Cercetarea morfologică prin elaborarea obiectului generalizat al creației tehnice

După cum a rezultat din capitolul de informare și sinteză a informațiilor, elaborarea obiectului generalizat al creației tehnice reprezintă o bună bază pentru cercetarea morfologică vizualizată a r-asamblărilor în vederea găsirii unor soluții noi viabile.

Obiectul generalizat, bazat pe trei criterii de clasificare, reprezentat în fig. 6.6., sintetizînd diagrama ideilor din fig. 6.3. și matricea morfologică din fig. 6.5., sintetizează, în același timp, calitățile de bază ale acestora :

— caracterul deschis — vizualizat al diagramei ideilor ;

— caracterul complet, evidențiind toate combinațiile posibile ale matricei morfologice a ideilor.

Elaborarea obiectului generalizat al creației tehnice devine deosebit de dificilă atunci cînd numărul ansamblelor formatoare $A, B \ldots R$ și a elementelor din cadrul acestora este mare.

Impasul poate fi depășit pe următoarele căi de bază :

— elaborarea obiectelor generalizate ale creației, cu generalitate diminuată (submorfologii) ;

— precedarea elaborării obiectului generalizat al creației tehnice de aplicarea unor metode selective de cercetare morfologică secvențială sau ponderată prin divizare pe submorfologii.

Metoda obiectului generalizat al creației presupune următoarele etape de bază :

— listarea

— schematizarea principială a fiecărui element din ansamblele formatoare ;

— elaborarea obiectului generalizat al creației ;

— eliminarea variantelor incompatibile ;

— evidențierea variantelor aparent incompatibile ;

— evidențierea, evaluarea și critica variantelor existente ;

— restrîngerea obiectului creației tehnice, corelată cu critica variantelor existente ;

— analiza inginerească a variantelor posibile ;

— detalierea variantei optime, folosind tehnicile de creație.

Prezentarea amănunțită a acestor etape va fi redată în continuare, în cadrul aplicării practice a metodelor logice-deductive de creație.

BIBLIOGRAFIE

1. KOESTLER A. — *Le cri d'Archimède*, Calman-Lévy Paris, 1955.
2. KAUFMAN A., FUSTIER M., DREVET A. — *L'Inventique*. Entreprise moderne d'édition Paris, 1971.
3. ROSSMAN J. — *The psyhology of the invenor*. Inventors Publishing. Washington 1931.
4. ROȘCA AL. — *Creativitate generală și specifică*. Editura Academiei, București, 1981.

5. MOLES A., Claude R. — *Créativité et methodes d'inovation*. Ed. Fayard-Marne, 1970.
6. ZWICKY F. — *Discovery, Invention, Research through Morphological Approach*. Ed. Mac Millan, 1969.
7. BELOUS V., SEVERINCU M. — *Asupra unor metode analitice de creație tehnic*. Lucr. Ses. Creația tehnică și fiabilitatea în construcția de mașini. Vol. „Mașini-unelte-scule-dispozitive", Rotaprint, I.P. Iași, 1980.
8. KAUFMAN A. — *Introduction à la combinatorique en vue des application*. Ed. Dunod, Paris.
9. KAUFMAN A. — *Metode și modele de cercetare operațională*, vol. II, Editura Dunod, (Traducere în limba română — Editura Științifică, București, 1967)
10. BELOUS V. — *Inventica*. Vol. 1, Rotaprint, I. P. Iași, 1984.

CAPITOLUL VIII

METODELE LOGICE — COMBINATORICE-DEDUCTIVE ALE INVENTICII

Pornindu-se de la metodele de depistare a tuturor combinațiilor, incluzînd cele cunoscute, necunoscute — compatibile și incompatibile — prin investigare morfologică, prin matrici de idei, secvențial selectivă, selectivă-ponderată, prin divizare pe submorfologii, prin enumerare lixicografică, prin diagrame de idei, sau prin elaborarea obiectului generalizat al creației, folosind ca bază una sau mai multe metode combinate de cercetare morfologică, au apărut metodele logice complete de creație, de viabilitate maximă dovedindu-se pînă în prezent „metoda matricelor morfologice de idei Zwicky-Moles [2] [5] [6] și metoda ieșeană „a obiectului generalizat al creației“ [7].

În cele ce urmează, se prezintă cele două metode de bază ale inventicii, pentru înțelegerea mai ușoară, detalierea efectuîndu-se pe cazuri reale de rezolvare creativă a unor teme de proiectare-optimizare.

8.1. Metoda matricelor morfologice de idei Zwicky-Moles

După Kaufman, Fustier și Drevet [2], pe baza cercetărilor lui Fred Zwicky [6] și A. Moles [5], metoda matricelor morfologice de idei presupune parcurgerea a trei etape principale :

1. enumerarea, sau „listingul“
2. analiza combinatorie
3. evaluarea soluțiilor.

8.1.1. Listarea

Pentru elaborarea matricelor morfologice plane sau spațiale a unei anumite construcții este necesar, în primul rînd, să se precizeze prin listare :

— componentele de bază ale produsului ;

— atributele (funcțiile) de bază ale produsului, care reprezintă în același timp criterii de clasificare (ansamble formatoare) ;

— enumerarea soluțiilor pentru fiecare atribut, funcție, criteriu și notarea acestora.

Va apare deci un ansamblu formator $A = \{A_1, A_2, \ldots A\alpha\}$ pentru componentele produsului și ansamble formatoare pentru atribute, funcții sau criterii de clasificare,

$B = \{B_1, B_2....B_\beta\}$ $C = \{C_1, C_2....C_\gamma\}$ .... $R = \{R_1, R_2....R_\rho\}$

8.1.2. Analiza combinatorie

Folosind ansamblele formatoare A...R, se trece la cercetarea morfologică prin matrici de idei, secvențial-selectivă, ponderal-selectivă prin divizare pe submorfologii, sau prin enumerarea ordonată expuse anterior.

8.1.3. Evaluarea soluțiilor

Din morfologiile realizate vor fi eliminate soluțiile (asamblările) cunoscute în tehnică, soluțiile incompatibile, divergente, absurde, soluțiile la care avantajele obținute sînt net inferioare dezavantajelor introduse, reținîndu-se spre evaluare, cu un grad sporit de precizie, folosind tehnica deciziei impuse din ingineria valorii, expuse în capitolul de informare și sinteză a informațiilor, numai soluțiile promițătoare, în vederea stabilirii combinației optime, care va fi apoi supusă aprofundării și concretizării constructiv-funcționale.

8.1.4. Exemplu de caz real de aplicare a metodei morfologice Zwicky [2]

O întreprindere constructoare de aparate electrice și-a propus perfecționarea bobinei pentru contactoare.

Morfologia generală a unei astfel de bobine cuprinde :

— A, procedeu de impregnare ;
— B, tipul de carcasă ;
— C, mijlocul de racordare la borne ;
— D, bobinajul (natura firului și mașina de bobinat) ;

Analizîndu-se stadiul tehnicii din sursele de informație avute la dispoziție, s-au inventariat următoarele elemente ale ansamblelor formatoare :

A = $\{A_1, A_2\}$ A_1 fiind bobina impregnată și A_2 bobina neimpregnată.

$B = \{B_1, B_2, B_3,\}$ B_1 fiind carcasă de bachelită, B_2 carcasă din macanyl, iar B_3 supramulare fără carcasă.

$C = \{C_1, C_2\}$ C_1 reprezentînd ieșiri lipite cu alamă și C_2 ieșiri fără întărituri, lipite în baie.

$D = \{D_1, D_2, D_3, D_4, D_5, D_6\}$ D_1 fiind fir întărit obișnuit și bobinaj pe mașini Petersen, D_2 fir întărit termosudabil și bobinaj pe mașini Petersen, D_3 fir întărit polimerizabil și bobinaj pe mașini Petersen, D_4 fir întărit obișnuit și bobinaj automat, D_5 fir întărit termosudabil și bobinaj automat, iar D_6 fir întărit și bobinaj automat.

S-au construit trei matrice morfologice de idei, AD, BD și CD, reunite într-una singură (fig. 8.1.) în care s-au notat costul și calitatea obținută pentru fiecare biasamblare (costul printr-o cifră, calitatea medie cu o stea, iar calitatea superioară cu două stele).

Întrucît numărul total de quatrasamblări este relativ redus,

$$N = \alpha \times \beta \times \delta \times ... \times \rho = 2 \times 3 \times 2 \times 6 = 72 \text{ soluții,}$$

	Bobinaj pe Mașina Petersen			Bobinaj automat		
	Fir întărit obișnuit	Fir întărit termosudabil	Fir întărit polimerizabil	Fir întărit obișnuit	Fir întărit termosudabil	Fir întărit polimerizabil
	D_1 0,49 *	D_2 0,47 *	D_3 0,66 **	D_4 0,54 *	D_5 0,54 *	D_6 0,71 **
Bobina impregnată A_1	0,27 **	0,27 **	0 **	0,27 **	0,27 **	0 **
Bobina neimpregnată A_2	0,07 *	0,07 *	0,02 **	0,07 **	0,07 **	0,02 **
Carcasa din bachelita B_1	0,45 *	0,45 *	0,45 *	0,35 *	0,35 *	0,35 *
Carcasa din macanyl B_2	0,30 *	0,30 *	0,30 *	0,20 *	0,20 *	0,20 *
Supramulare fără caracasă B_3	Imposibil	Imposibil	0,31 **	Imposibil	Imposibil	0,31 **
Ieșiri lipite cu alamă C_1	0,10 **	0	0,07 **	0,10 **	0	0,07 **
Ieșiri fără intări-turi lipite în baie C_2	0,04 *	0,04 *	0,04 **	0,04 *	0,04 *	0,04 *

Fig. 8.1

s-a folosit metoda enumerării ordonate, lixicografice, enumerarea efectuîndu-se în ordinea crescîndă a complexității, constructiv-tehnologice. în acest scop, elementele din ansamblele formatoare A_1A_2 $B_1B_2B_3$..... au fost la rîndul lor enumerate în ordinea complexității, creșterea indicelui reprezentînd deci și o creștere a acesteia. Nivelul general al complexității constructiv-funcționale al fiecărei quatrasamblări va fi dat, evident, de suma indicilor elementelor formatoare (fig. 8.2).

Din cele 72 soluții posibile, cinci erau folosite în industria de concurență, iar 29 erau incompatibile din punct de vedere tehnic ; din cele 38 soluții noi și posibile, au fost reținute pentru concretizare-experimentare 10 quatrasamblări caracterizate printr-un preț de cost moderat (în jur de 1,00) și un indice calitativ ridicat (un număr de stele de 6—8).

Metoda aplicată de către M. Michard de la compania franceză electromecanică [2] reprezintă o combinație între cercetarea morfologică prin matrici de idei, prin enumerarea ordonată-lixicografică, folosind simultan metoda ponderării soluțiilor din ingineria valorii.

8.2. Metoda obiectului generalizat al creației tehnice

Din punctul de vedere al combinatoricii, obiectul generalizat al creației, reprezintă o morfologie $A = \{A_1A_2....A\alpha\}$, $B = \{B_1B_2...B\beta\}$...

												Nivel
$A_1B_1C_1D_1$ 1,31(6)												Nivel
~~$A_1B_1C_1D_2$~~	$A_1B_1C_2D_1$ 1,25(5)	$A_1B_2C_1D_1$ 1,16(7)	$A_2B_1C_1D_1$ 1,11(5)									4
~~$A_1B_1C_1D_3$~~	$A_1B_1C_2D_2$ 1,23(5)	~~$A_1B_2C_1D_2$~~	$A_1B_2C_2D_1$ 1,10(5)	~~$A_1B_3C_1D_1$~~	~~$A_2B_1C_1D_2$~~	$A_2B_1C_2D_1$ 1,05(4)	$A_2B_2C_1D_1$ 0,96(5)					5
$A_1B_1C_1D_4$ 1,07(6)	$A_1B_1C_2D_3$ 1,42(7)	$A_1B_2C_1D_3$ 1,03(7)	$A_1B_2C_2D_2$ 1,08(5)	~~$A_1B_3C_1D_2$~~	~~$A_1B_3C_2D_1$~~	$A_2B_1C_1D_3$ 1,07(6)	$A_2B_1C_2D_2$ 1,03(4)	$A_2B_2C_1D_1$	$A_2B_2C_2D_1$ 0,90(4)	$A_2B_3C_1D_1$ 1,06(8)		6
~~$A_1B_1C_1D_5$~~	$A_1B_1C_2D_4$ 1,20(5)	$A_1B_2C_1D_4$ 1,10(6)	$A_1B_2C_2D_3$ 1,00(7)	~~$A_1B_3C_1D_3$~~	~~$A_1B_3C_2D_2$~~	$A_2B_1C_1D_4$ 1,06(5)	$A_2B_1C_2D_3$ 1,17(6)	$A_2B_2C_1D_3$ 1,06(7)	$A_2B_2C_2D_2$ 0,88(4)	~~$A_2B_3C_1D_2$~~	~~$A_2B_3C_2D_1$~~	7
$A_1B_1C_1D_6$ 1,13(7)	$A_1B_1C_2D_5$ 1,20(5)	~~$A_1B_2C_1D_5$~~	$A_1B_2C_2D_4$ 1,05(6)	~~$A_1B_3C_1D_4$~~	~~$A_1B_3C_2D_3$~~	~~$A_2B_1C_1D_5$~~	$A_2B_1C_2D_4$ 1,10(4)	$A_2B_2C_1D_4$ 0,91(4)	$A_2B_2C_2D_3$ 1,02(7)	$A_2B_3C_1D_3$ 1,06(8)	~~$A_2B_3C_2D_2$~~	8
$A_1B_1C_2D_6$ 1,10(6)	$A_1B_2C_1D_6$ 0,98(7)	$A_1B_2C_2D_5$ 1,05(5)	$A_1B_3C_1D_5$	~~$A_1B_3C_2D_4$~~	~~$A_2B_1C_1D_6$~~	$A_2B_1C_2D_5$ 1,00(4)	~~$A_2B_2C_1D_5$~~	$A_2B_2C_2D_4$ 0,85(4)	~~$A_2B_3C_1D_4$~~	$A_2B_3C_2D_3$ 1,03(8)		9
$A_1B_2C_2D_6$ 0,95(7)	~~$A_1B_3C_1D_6$~~	~~$A_1B_3C_2D_5$~~	$A_2B_1C_2D_6$ 1,02(6)	$A_2B_2C_1D_6$ 1,05(6)	$A_2B_2C_2D_5$ 0,85(4)	~~$A_2B_3C_1D_5$~~	~~$A_2B_3C_2D_4$~~					10
~~$A_1B_3C_2D_6$~~	$A_2B_2C_2D_6$ 0,97(6)	$A_2B_3C_1D_6$ 1,11(8)	~~$A_2B_3C_2D_5$~~									11
$A_2B_3C_2D_6$ 1,02												12
												13

SOLUTIE POLOSITA IN INDUSTRIE — SOLUTIE INTERESANTA PENTRU CONCRETIZARE — ~~ABCD~~ SOLUTIE INCOMPATIBILA — 1,21 COSTUL SOLUTIEI — (7) CALITATEA EXPRIMATA IN NR. STELE

Fig. 8.2.

$R = \{ R_1 R_2 R_3 . R\varrho \}$, în care elementele $A_1 \ldots A\alpha$, $B_1 \ldots B\beta \ldots R \ldots R\varrho$ ale ansamblelor formatoare sînt vizualizate prin elaborarea schemelor principiale constructiv-funcţional-tehnologice şi reprezentarea acestora.

În felul acesta, obiectul generalizat întruneşte calităţile matricelor morfologice şi ale grafurilor (cuprinzînd toate r-asamblările posibile) precum şi cele ale diagramelor de idei, prin caracterul vizualizat şi deschis al acestora.

Metoda obiectului generalizat al creaţiei tehnice presupune parcurgerea următoarelor etape de bază :

1. Listarea şi stabilirea ansamblelor formatoare ;
2. Schematizarea principială a fiecărui element din ansamblele formatoare ;
3. Elaborarea obiectului generalizat al creaţiei tehnice ;
4. Eliminarea variantelor incompatibile ;
5. Evidenţierea variantelor aparent incompatibile ;
6. Evidenţierea, evaluarea şi critica variantelor existente ;
7. Restrîngerea obiectivului creaţiei tehnice, corelată cu critica variantelor existente ;
8. Analiza inginerească a variantelor constructiv-funcţionale-tehnologice posibile ;
9. Detalierea variantei optime, folosind tehnicile de creaţie, în special extrapolarea, împrumutul de soluţii de detaliu de la obiectul generalizat vecin, generalizarea, inversia etc.

8.2.1. Listarea şi stabilirea ansamblelor formatoare

Ca şi în cazul metodei morfologice Zwicky-Moles, în cadrul primei etape se precizează prin listare :

— componentele de bază ale obiectului creaţiei ;

— atributele (funcţiile) de bază ale obiectului creaţiei, care reprezintă în acelaşi timp criterii de clasificare şi notarea acestora ;

— enumerarea soluţiilor pentru fiecare atribut funcţie şi criteriu (a elementelor formatoare) şi notarea acestora.

Reluînd cazul frezei frontale armate prezentată în capitolul de informare şi sinteză a informaţiilor, rezultă :

— ansamblul formator A, pentru componentele de bază ale obiectului creaţiei,

$$A = \begin{cases} A_1 \text{ — corpul frezei ;} \\ A_2 \text{ — plăcuţa aşchietoare C.M.S. ;} \\ A_3 \text{ — canalul pentru aşchii ;} \\ A_4 \text{ — partea de poziţionare-fixare.} \end{cases}$$

— s-au folosit trei criterii de clasificare :

a. după modul de restabilire a calităţii aşchietoare după uzură (ansamblul formator B),

$$B = \begin{cases} B_1 \text{ — reascuţire dinte cu dinte ;} \\ B_2 \text{ — folosirea plăcuţelor schimbabile — nerecuperabile ;} \\ B_3 \text{ — reascuţire continuă (detalonare după arce de cerc).} \\ ? \end{cases}$$

b. după legătura dintre plăcuță și corpul frezei (ansamblul formator C),

$C =$
- C_1 — lipire direct de corpul frezei ;
- C_2 — lipire pe dinte demontabil fix ;
- C_3 — fixare mecanică de corpul frezei ;
- C_4 — fixare mecanică pe dinte demontabil fix ;
- C_5 — lipire pe dinte demontabil orientabil ;
- C_6 — fixarea mecanică pe dinte demontabil orientabil.
- ?

c. după soluția constructiv-funcțională a poziționării-fixării plăcuței de corp, sau de dinte, sau a dintelui de corp (ansamblul formator D),

$D =$
- D_1 — lipire în locaș deschis ;
- D_2 — lipire în locaș semiînchis ;
- D_3 — lipire în locaș închis ;
- D_4 — prin pană radială și șurub normal ;
- D_5 — prin pană radială și șurub diferențial ;
- D_6 — prin pană inversă și șurub ;
- D_7 — prin pană inversă tip U-elastică și șurub (Walter) ;
- D_8 — prin bridă și șurub ;
- D_9 — prin pană cilindrică teșită și șurub ;
- D_{10} — prin șurub-pană conică monobloc ;
- D_{11} — prin dinte zimțat posterior simplu înclinat ;
- D_{12} — prin dinte zimțat posterior dublu înclinat ;
- D_{13} — prin șurub central plăcuță (dinte) găurit ;
- D_{14} — prin coadă conică cu piuliță și șurub ;
- D_{15} — prin coadă conică cu locaș elasticizat.
- ?

8.2.2. Schematizarea principială a elementelor formatoare

reprezintă o etapă importantă în elaborarea obiectului generalizat al creației, asigurînd vizualizarea acestuia. Schematizarea trebuie să satisfacă următoarele condiții de bază :

— eliminarea totală a amănuntelor constructive nesemnificative ;

— reținerea elementelor esențiale ale construcției ;

— reprezentarea soluției din cît mai puține linii, cît mai șocant pentru ochi și cît mai sugestiv ;

În acest sens, elementul formator B_1 — reascuțirea dinte cu dinte (fig. 8.3.) — este reprezentat printr-o porțiune întreruptă din corpul frezei, în care este fixată o plăcuță C.M.S., ascuțită de către o piatră care se rotește, corpul și plăcuța rămînînd fixe ;

— elementul formator B_2, folosirea plăcuțelor schimbabile-nereascuțibilă), cu restabilirea calităților așchietoare după uzură, prin rotație în jurul axei proprii, indicată printr-o săgeată curbilinie ; perabile, este reprezentat printr-o plăcuță poligonală (pătrată) poziționată pe trei reazeme (regula celor trei puncte) fără piatră alături (ne-

— elementul formator B_3, reascuțire continuă, este reprezentat printr-un corp de freză în mișcare de rotație în jurul axei proprii, de care este fixată o plăcuță ascuțită de către o piatră abrazivă, care execută o mișcare de rotație în jurul axei proprii, avînd deci loc o rectificare continuă după suprafețe de revoluție, specifică ascuțirilor continue.

În mod similar, *în cel de al treilea ansamblu formator C*,

— elementul formator C_1, lipirea directă de corpul frezei, este reprezentat de o plăcuță *CMS*, într-un locaș practicat în corpul frezei ;

— elementul formator C_2, lipirea pe dinte demontabil fix, este reprezentată de o plăcuță *CMS* lipită pe un dinte fixat de corpul frezei ;

— elementul formator C_3, fixare mecanică de corpul frezei, este reprezentat de o plăcuță blocată printr-o pană și șurub de corpul sculei ;

— elementul formator C_4, fixare mecanică pe dinte demontabil fix, este reprezentat printr-o plăcuță schimbabilă cu gaură (deci fixată mecanic) pe dinte demontabil fixat de corpul sculei ;

— elementul formator C_5, lipirea pe dinte demontabil orientabil, este reprezentat printr-o plăcuță *CMS* lipită pe un dinte tronconic, fixat într-un locaș tronconic al corpului frezei, deci cu posibilitate de rotire în jurul axei proprii (orientabil) ;

— elementul formator C_6, fixare mecanică pe dinte demontabil orientabil, este reprezentat de o plăcuță fixată mecanic (locaș elasticizat într-un dinte tronconic orientabil, cu posibilitate de rotație în jurul axei proprii).

În mod similar sînt schematizate și elementele D_1—D_{15} din ansamblul formator *D*.

8.3.3. Elaborarea obiectului generalizat al creației

Obiectul generalizat al creației se reprezintă sub forma unei matrice morfologice vizualizate plane (dreptunghiulare sau polare), în cazul a două ansamble formatoare, sub forma unei matrici morfologice vizualizate spațială, paralelipipedice sau cilindrice, în cazul a trei ansamble formatoare, sau sub forma unui lanț de matrici spațiale în cazul a patru ansamble formatoare.

Pe axele de coordonate ale matricelor se amplasează în ordine elementele formatoare A_1, A_2,....Ai, respectiv, B_1, B_2....Bj etc. alături de simbol fiind reprezentată și schematizarea principială, enumerarea terminîndu-se printr-un semn de întrebare care marchează o soluție neinventată pînă în prezent.

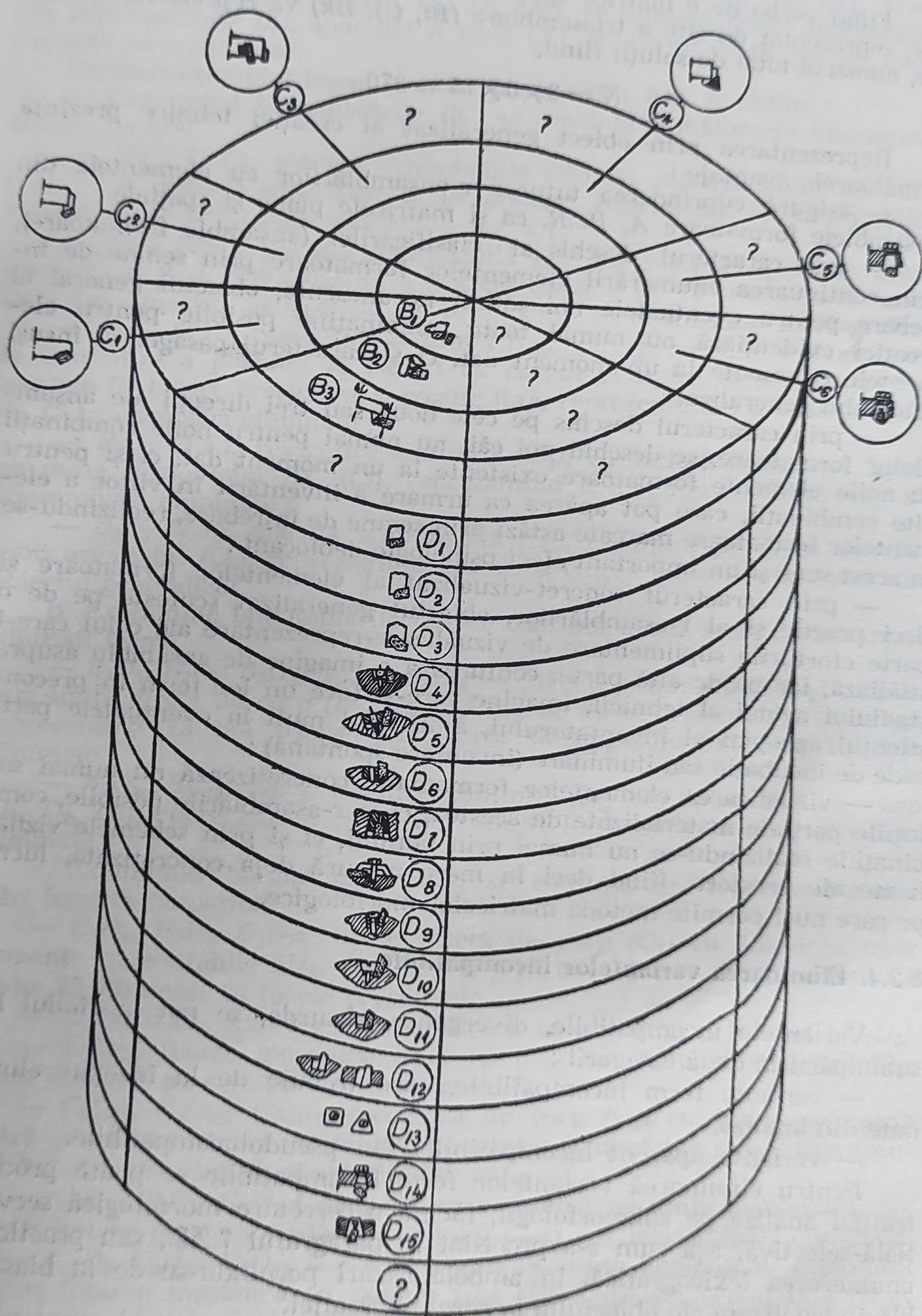
Obiectul generalizat din fig. 8.3. conține numai două componente ale ansamblului formator A și legătura dintre acestea :

A_1 — corpul frezei ;

A_2 — plăcuța așchietoare *CMS* ;

partea de poziționare-fixare și canalele pentru așchii considerîndu-se neesențiale.

Obiectul generalizat a fost reprezentat în coordonate cilindrice, pe direcție radială, reprezentîndu-se în ordine elementele formatoare B_1, B_2, B_3 ?, pe direcție tangențială, C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6 ?, iar pe direcție axială, D_1, D_2....D_{15} ?, considerîndu-se listingul deschis pe cele trei direcții de coordonate.



C1
C2
C3
C4
C5
C6
B1
B2
B3
D1
D2
D3
D4
D5
D6
D7
D8
D9
D10
D11
D12
D13
D14
D15
?

Fig. 8.3.

Fiind vorba de o matrice spațială vizualizată, cilindrică, fiecare sector, reprezentat de cîte o triasamblare *(Bi, Cj, Bk)* va reprezenta o soluție, numărul total de soluții fiind,

$$N = 3 \times 6 \times 15 = 270.$$

Reprezentarea prin obiect generalizat al creației tehnice prezintă următoarele avantaje :

— asigură cuprinderea tuturor r-ansamblărilor cu elementele din ansamblele formatoare *A, B...R*, ca și matricele plane și spațiale ;

— prin caracterul deschis al clasificărilor (ansamble formatoare), prin continuarea enumerării elementelor formatoare prin semne de întrebare pentru eventualele noi soluții necunoscute, obiectul general al creației evidențiază nu numai toate combinațiile posibile pentru elementele cunoscute la un moment dat, ci și caracterul pasager al însuși obiectului generalizat ;

— prin caracterul deschis pe cele două sau trei direcții ale ansamblelor formatoare, se deschid noi căi, nu numai pentru noile combinații cu noile elemente formatoare existente la un moment dat, ci și pentru alte combinații, care pot apărea ca urmare a inventării în viitor a elementelor formatoare marcate astăzi prin semne de întrebare, realizîndu-se în acest sens și un important efect psihologic-deblocant ;

— prin caracterul concret-vizualizat al elementelor formatoare și deci practic și al r-asamblărilor, obiectul generalizat scutește pe de o parte eforturile suplimentare de vizualizare-reprezentare ale celui care-l studiază, iar pe de altă parte, conturează o imagine de ansamblu asupra stadiului actual al tehnicii, imagine care-și face un loc ferm în preconștientul apropiat al inventatorului, ajutîndu-l mult în eventualele perioade de incubație sau iluminare (inventare spontană) ;

— vizualizarea elementelor formatoare concretizează nu numai soluțiile parțiale materializate de acestea, ci și r-asamblările posibile, combinațiile realizîndu-se nu numai prin noțiuni, ci și prin schemele vizualizate ale acestora, fiind deci în mare măsură deja concretizate, lucru pe care nu-l permite metoda matricelor morfologice.

8.2.4. Eliminarea variantelor incompatibile

Variantele incompatibile, divergente, absurde, se pot la rîndul lor subîmpărți în două categorii :

— variante ferm incompatibile, care trebuie de la început eliminate din analiză,

— variante aparent incompatibile, sau pseudoincompatibile.

Pentru eliminarea variantelor ferm incompatibile se poate proceda tratînd analiza pe submorfologii, făcînd o cercetare morfologică secvențială-selectivă, așa cum s-a procedat în paragraful 7.2.2., sau practicînd enumerarea lexicografică, în ambele cazuri pornindu-se de la biasamblări vizualizate ale obiectului general al creației.

Întrucît elementele formatoare sînt vizualizate, incompatibilitățile din cadrul biasamblărilor pot fi ușor depistate, fără eforturi de reprezentare specifice metodei matricelor morfologice de idei.

În acest sens, pentru o morfologie, $B = \{B_1, B_2\ B_3...B\beta\}$, $C = \{C_1, C_2, C_3....C\delta\}$, $D = \{D_1, D_2, D_3...D\varrho\}$ se elimină dintîi biasamblările incompatibile BC, apoi BD și final CD, tăindu-se de pe tabelul lexicografic corespunzător.

Reluînd exemplul frezei frontale armate (fig. 8.3), se obține :

a. Examinînd biasamblările BC, se constată următoarele incompatibilități ferme :

— B_2C_1 (2.1.), plăcuță schimbabilă (B_2) cu plăcuță lipită de corp (C_1) — o coloană din obiectul generalizat cuprinzînd 15 triasamblări anulate din tabelul lexicografic din fig. 8.4.

— B_2C_2 (2.2.), plăcuță schimbabilă (B_2) cu plăcuță lipită de dinte demontabil (C_2), reprezentînd o a doua coloană de 15 triasamblări anulate din obiectul generalizat și în tabelul corespunzător lexicografic ;

— B_3C_1 (3.1.), reascuțire continuă (B_3), care presupune o modificare la reascuțire a plăcuței în raport cu corpul și lipire direct de corp a acesteia (C_1), care presupune o poziție fixă, reprezentînd o a treia coloană de 15 triasamblări eliminate ;

— B_3C_2 (3.2.), reascuțire continuă (B_3), cu fixitatea plăcuței lipite pe dinte demontabil fix, (C_2), reprezentînd o a patra coloană de 15 triasamblări eliminate ;

— B_2C_5 (2.5.), plăcuță schimbabilă (B_2), cu lipire pe dinte demontabil orientabil (C_5), reprezentînd cea de a cincea coloană eliminată din obiectul generalizat.

b. Examinînd biasamblările BD, se constată o altă serie de incompatibilități ferme :

— B_2D_1, B_2D_2, B_2D_3, B_2D_{12}, B_2B_{14} — plăcuță schimbabilă (B_2) cu plăcuță lipită direct de corp (D_1, D_2, D_3) sau de dinte demontabil (D_{12}, D_{14}), reprezentînd 15 noi triasamblări ferm incompatibile și alte 10 deja eliminate.

— B_3D_1, B_3D_2, B_3D_3, ascuțire continuă (B_3) cu lipire fixă de corp (D_1, D_2, D_3), reprezentînd nouă noi soluții incompatibile și alte 5 deja eliminate.

c. Examinînd biasamblările CD, se constată următoarele biasamblări ferm incompatibile :

— C_1D_4, C_1D_5...C_1D_{15}, lipire direct de corp (C_1) cu folosirea unor elemente demontabile (D_4, D_5...D_{15}) cuprinzînd 12 noi soluții eliminate și alte 23 eliminate în fazele precedente.

— C_3D_1, C_3D_3, fixare mecanică direct de corp (C_3) și lipire ($D_1D_2D_3$).

— C_3D_{12}, fixare mecanică de corp (C_3) cu dinte zimțat posterior dublu înclinat, pe care se lipește plăcuța (D_{12}).

— C_3D_{14}, C_3D_{15}, fixare mecanică de corp (C_3) cu lipire pe coadă conică (D_{14}) sau fixare mecanică pe dinte demontabil (D_{15}), reprezentînd în total alte șapte noi soluții eliminate.

— C_4D_1, C_4D_2, C_4D_3 C_4D_{14}, fixare mecanică pe dinte demontabil fix (C_4) cu lipirea plăcuței ($D_1D_2D_3$), în total cinci noi triasamblări eliminate.

— C_5D_4, C_5D_5..., C_5D_{13} și C_5D_{15}, lipire pe dinte demontabil orientabil (C_5) cu fixarea mecanică cu poziție fixă (D_4...D_{13}) sau orientabilă (D_{15}), în total alte 11 noi soluții incompatibile eliminate.

— C_6D_1, C_6D_2, C_6D_3, C_6D_{14}, fixare mecanică pe dinte demontabil-orientabil și lipirea plăcuței ($D_1D_2D_3D_{14}$), în total alte 4 soluții incompatibile eliminate.

	Nivel
1.1.1	3
1.1.2 1.2.1 2.1.1	4
1.1.3 1.2.2 1.3.1 2.1.2 2.2.1 3.1.1	5
1.1.4 1.2.3 1.3.2 1.4.1 2.1.3 2.2.2 2.3.1 3.1.2 3.2.1	6
1.1.5 1.2.4 1.3.3 1.4.2 1.5.1 2.1.4 2.2.3 2.3.2 2.4.1 3.1.3 3.2.2 3.3.1	7
1.1.6 1.2.5 1.3.4 1.4.3 1.5.2 1.6.1 2.1.5 2.2.4 2.3.3 2.4.2 2.5.1 3.1.4 3.2.3 3.3.2 3.4.1	8
1.1.7 1.2.6 1.3.5 1.4.4 1.5.3 1.6.2 2.1.6 2.2.5 2.3.4 2.4.3 2.5.2 2.6.1 3.1.5 3.2.4 3.3.3 3.4.2 3.5.1	9
1.1.8 1.2.7 1.3.6 1.4.5 1.5.4 1.6.3 2.1.7 2.2.6 2.3.5 2.4.4 2.5.3 2.6.2 3.1.6 3.2.5 3.3.4 3.4.3 3.5.2 3.6.1	10
1.1.9 1.2.8 1.3.7 1.4.6 1.5.5 1.6.4 2.1.8 2.2.7 2.3.6 2.4.5 2.5.4 2.6.3 3.1.7 3.2.6 3.3.5 3.4.4 3.5.3 3.6.2	11
1.1.10 1.2.9 1.3.8 1.4.7 1.5.6 1.6.5 2.1.9 2.2.8 2.3.7 2.4.6 2.5.5 2.6.4 3.1.8 3.2.7 3.3.6 3.4.5 3.5.4 3.6.3	12
1.1.11 1.2.10 1.3.9 1.4.8 1.5.7 1.6.6 2.1.10 2.2.9 2.3.8 2.4.7 2.5.6 2.6.5 3.1.9 3.2.8 3.3.7 3.4.6 3.5.5 3.6.4	13
1.1.12 1.2.11 1.3.10 1.4.9 1.5.8 1.6.7 2.1.11 2.2.10 2.3.9 2.4.8 2.5.7 2.6.6 3.1.10 3.2.9 3.3.8 3.4.7 3.5.6 3.6.5	14
1.1.13 1.2.12 1.3.11 1.4.10 1.5.9 1.6.8 2.1.12 2.2.11 2.3.10 2.4.9 2.5.8 2.6.7 3.1.11 3.2.10 3.3.9 3.4.8 3.5.7 3.6.6	15
1.1.14 1.2.13 1.3.12 1.4.11 1.5.10 1.6.9 2.1.13 2.2.12 2.3.11 2.4.10 2.5.9 2.6.8 3.1.12 3.2.11 3.3.10 3.4.9 3.5.8 3.6.7	16
1.1.15 1.2.14 1.3.13 1.4.12 1.5.11 1.6.10 2.1.14 2.2.13 2.3.12 2.4.11 2.5.10 2.6.9 3.1.13 3.2.12 3.3.11 3.4.10 3.5.9 3.6.8	17
1.2.15 1.3.14 1.4.13 1.5.12 1.6.11 2.1.15 2.2.14 2.3.13 2.4.12 2.5.11 2.6.10 3.1.14 3.2.15 3.3.12 3.4.11 3.5.10 3.6.9	18
1.3.15 1.4.14 1.5.13 1.6.12 2.2.15 2.3.14 2.4.13 2.5.12 2.6.11 3.1.15 3.2.14 3.3.13 3.4.12 3.5.11 3.6.12	19
1.4.15 1.5.14 1.6.13 2.3.15 2.4.14 2.5.13 2.6.12 3.2.15 3.3.14 3.4.13 3.5.12 3.6.11	20
1.5.15 1.6.14 2.4.15 2.5.14 2.6.13 3.3.15 3.4.14 3.5.13 3.6.12	21
1.6.15 2.5.15 2.6.14 3.4.15 3.5.14 3.6.13	22
2.6.15 3.5.15 3.6.14	23
3.6.15	24

Fig. 8.4.

Prin urmare, în urma analizei submorfologiilor *BC*, *BD* şi *CD*, au fost eliminate din cele 270 soluţii, un număr de 138 triasamblări ferm incompatibile.

8.2.5. Evidenţierea variantelor aparent incompatibile

În faza de eliminare a variantelor incompatibile, trebuie procedat cu multă prudenţă, întrucît unele variante pot fi numai aparent divergente. Din păcate, în faza logică de analiză a combinaţiilor posibile, este foarte greu de depistat astfel de pseudoincompatibilităţi, trecerea unei soluţii de la categoria incompatibilă, la categoria posibilă, ţinînd mai puţin de logic şi mai mult de intuiţie-inspiraţie, fenomene posibil a fi stimulate, dar nu şi determinate.

Revenind la freza frontală armată din fig. 8.3., la o primă analiză, biasamblările,

— B_3C_3, ascuţire continuă (B_3) şi fixare mecanică în poziţie determinată direct de corp (C_3),

— B_3C_4, ascuţire continuă (B_3) şi fixare mecanică pe dinte demontabil în poziţie determinată faţă de corp, sînt incompatibile, întrucît ascuţirea continuă presupune rotirea plăcuţei sau a dintelui cu unghiul de aşezare transversal înainte de ascuţire, în timp ce fixarea mecanică asigură o poziţie unică a plăcuţei faţă de corp.

Într-un moment de inspiraţie, a apărut însă următorul raţionament . „Într-adevăr, nu este posibilă o rotire a plăcuţei cu un unghi de aşezare transversal de 10°—12° pentru a se asigura posibilitatea unei reascuţiri continue, prin amplasarea feţelor de aşezare în suprafeţe de revoluţie (conice, cilindrice sau plane), dar există posibilitatea de a roti plăcuţa cu 180° (a o da peste cap), inversînd suprafaţa de degajare cu suprafaţa de reazem, ceea ce conduce şi la o modificare a poziţiei feţei de aşezare în raport cu corpul ; oare prin această modificare de poziţie, nu s-ar putea aduce feţele de aşezare în suprafeţe de revoluţie ascuţibile continuu ?“

Printr-o analiză geometrică s-a găsit această soluţie, care constă, în conformitate cu fig. 8.5., în folosirea unor unghiuri de degajare γ negative, egale cu negativul jumătăţii unghiului de aşezare α.

$$\gamma = -\frac{\alpha}{2}$$

În felul acesta, în urma rotirii plăcuţei cu 180° (mişcarea 1) suprafaţa de degajare *D* luînd locul suprafeţei de reazem *R* şi invers, faţa de aşezare *A* se amplasează într-o suprafaţă conică, sau, ca în fig. 8.5., plană, deci cu unghiul de aşezare nul, ceea ce permite reascuţirea continuă.

Astfel, frezele cu plăcuţe schimbabile-nerecuperabile au putut să devină freze cu plăcuţe schimbabile-reascuţibile, un domeniu cu totul nou, care ar trebui să completeze un viitor obiect generalizat al creaţiei, concretizat în patru invenţii R.S.R. brevetate şi aplicate cu importante economii de material deficitar.

8.2.6. Evidenţierea, evaluarea şi critica variantelor existente

După eliminarea soluţiilor ferm incompatibile şi evidenţierea celor aparent incompatibile, folosind obiectul generalizat şi listingul lexico-

grafic, sau obiectul generalizat și matricele pe submorfologii, este necesară în primul rînd evidențierea soluțiilor existente.

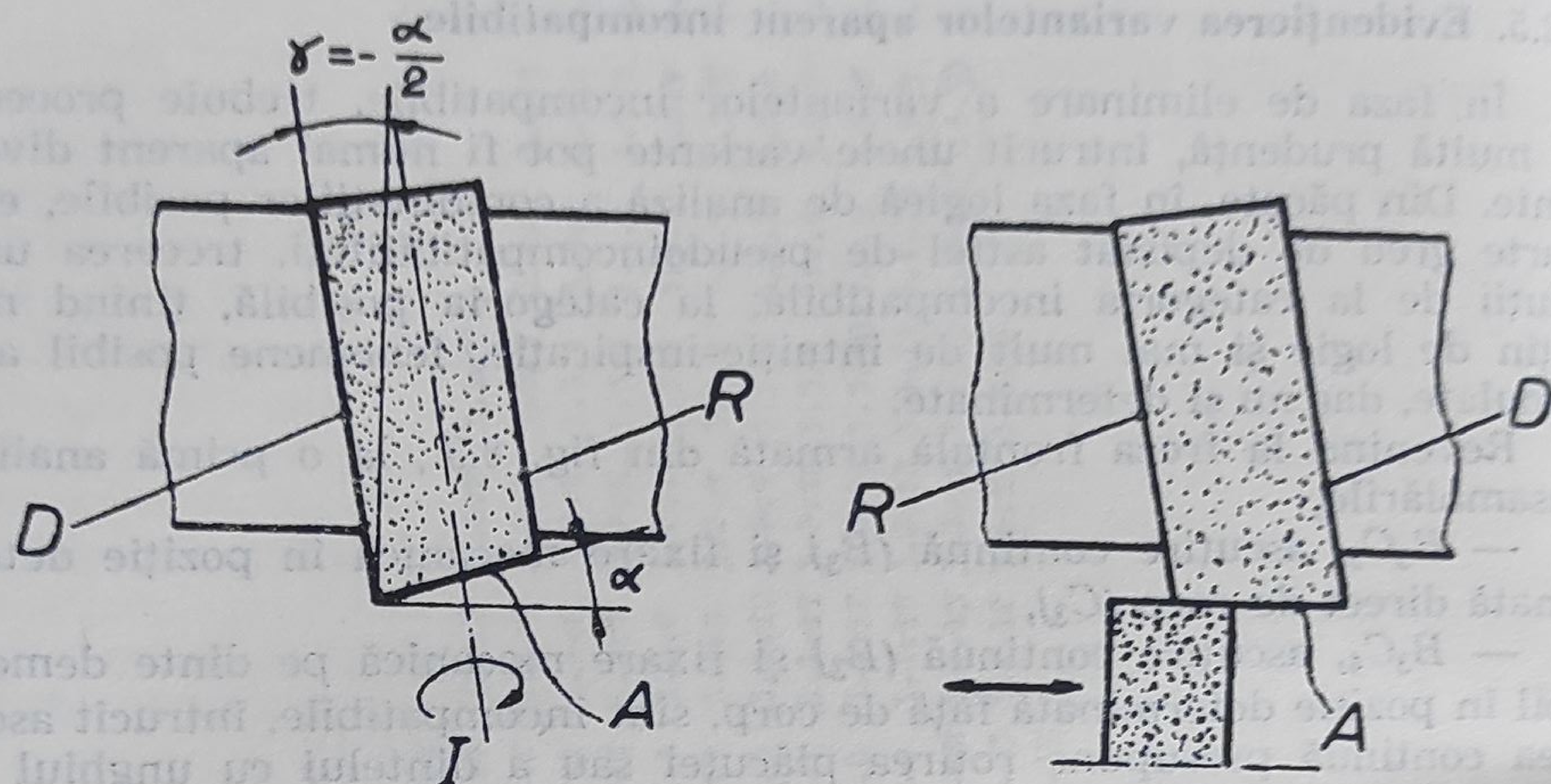


Fig. 8.5.

Folosind din nou obiectul generalizat pentru ușurarea vizualizării și listingul general lexicografic, din care au fost eliminate soluțiile ferm incompatibile, se listează dintîi soluțiile existente.

În cazul frezei frontale armate generalizate din fig. 8.3., soluțiile cunoscute sînt următoarele :

— $B_1C_1D_1$, $B_1C_1D_2$, $B_1C_1D_3$, plăcuță lipită de corp (C_1) în locaș deschis (D_1), semiînchis (D_2), sau închis (D_3), cu ascuțire dinte cu dinte. (B_1) :

— $B_1C_2D_1$, $B_1C_2D_2$, $B_1C_2D_3$, plăcuță lipită de dintele demontabil (C_2), în locaș deschis (D_1), semiînchis (D_2) sau închis (D_3), cu ascuțire dinte cu dinte ;

— $B_1C_2D_4$, ascuțire dinte cu dinte (B_1) a unor plăcuțe lipite pe dinți demontabili (C_2), fixați prin pană directă și șurub (D_4) ;

— $B_1C_2D_5$, $B_1C_2D_6$, $B_1C_2D_7$, $B_1C_2D_8$, $B_1C_2D_9$, $B_1C_2D_{10}$, $B_1C_2D_{11}$, $B_1C_2D_{12}$, $B_1C_2D_{13}$, ascuțire dinte cu dinte (B_1) al unor plăcuțe lipite pe dinte demontabil (C_2) fixat de corp prin pană directă și șurub diferențial (D_5), pană inversă și șurub (D_6), pană U elastică și șurub Walter (D_7), bridă cu șurub (D_8), pană cilindrică teșită și șurub (D_9), pană conică-șurub (D_{10}), suprafață zimțată cu simplă înclinare și pană longitudinală bătută (D_{11}), suprafață zimțată cu dublă înclinare și pană longitudinală bătută (D_{12}), prin șurub și gaură practicată în dinte (D_{13}) ;

— $B_2C_3D_4$, $B_2C_3D_5$, $B_2C_3D_9$, $B_2C_3D_9$, $B_2C_3D_{10}$, $B_2C_3D_{13}$, plăcuțe schimbabile nerecuperabile (B_2) fixate direct de corp (C_3), prin pană și șurub (D_4), prin pană și șurub diferențial (D_5), prin bridă (D_8), prin pană cilindrică teșită și șurub diferențial (D_9), prin șurub pană conică (D_{10}) sau

prin şurub central (D_{13}) (soluţii Coromant, Walter, Fagersta, Ingersoll, Impero, I.S. Rîşnov, ISEH Focşani, Frezer etc.) ;

— $B_2C_4D_5$, $B_2C_4D_6$, $B_2C_4D_9$, $B_2C_4D_{10}$, plăcuţe schimbabile nerecuperabile (B_2) fixate mecanic pe dinţi demontabili ficşi (C_4) fixaţi prin pană şi şurub diferenţial (D_5), pană inversă şi şurub (D_6), pană cilindrică teşită şi şurub (D_9), sau şurub-pană conică (D_{10}) (soluţii folosite în special în întreprinderile constructoare din U.R.S.S.) ;

— $B_3C_5D_{14}$ (brevete R.S.R. 59 323, 57 841), ascuţire continuă (B_3), plăcuţă lipită pe dinte demontabil orientabil (C_5) poziţionare-fixare pe con (D_{14}) ;

— $B_3C_6D_9$ (brevet R.S.R. 64 726), ascuţire continuă (B_3), plăcuţă fixată mecanic pe dinte demontabil-orientabil (C_6), în locaş rigid cu pană cilindrică teşită şi şurub diferenţial (D_9).

Au fost deci identificate 28 soluţii cunoscute la data elaborării obiectului generalizat din fig. 8.3 (anul 1975).

În felul acesta, din cele 270 soluţii — triasamblări, 28 sînt cunoscute, 138 sînt ferm incompatibile, iar 104 soluţii pot constitui tot atîtea baze pentru realizarea de noi invenţii în domeniu.

Pentru a delimita din soluţiile posibile, pe cele mai eficiente, este necesar să se efectueze *o analiză inginerească, să se evalueze, să se depisteze tendinţa actuală, să se evidenţieze lipsurile generale ale tehnicii, pentru a se putea permite trecerea la următoarea etapă, care constă în restrîngerea şi concretizarea obiectivului creaţiei tehnice.*

Evaluarea variantelor existente se realizează prin metodologia expusă în capitolul Informarea şi sinteza informaţiilor, bazată pe tehnica „Deciziei impuse" din ingineria valorii, presupunînd parcurgerea a 6 faze de bază :

— listarea criteriilor de apreciere, atributelor (funcţiilor) obiectului creaţiei în ordinea obişnuită de importanţă ;

— ponderarea criteriilor prin stabilirea coeficienţilor corespunzători de importanţă ;

— reordonarea criteriilor după coeficienţii de importanţă ;

— compararea soluţiilor reprezentative cunoscute prin prisma fiecărui criteriu şi stabilirea numerelor valorice pentru fiecare soluţie ;

— reordonarea soluţiilor după numărul valoric şi stabilirea soluţiei optime şi a direcţiei actuale de dezvoltare a tehnicii în domeniu ;

— critica tendinţei actuale a tehnicii.

Listarea criteriilor în ordinea lor firească poate fi realizată cu mare uşurinţă de un proiectant specializat în domeniu (căruia i se adresează în primul rînd metoda obiectului generalizat).

În acest sens, pentru o freză frontală armată (fig. 8.3) criteriile de apreciere principale sînt :

1. Rezistenţa la uzură-durabilitatea, de care este direct legată viteza economică şi productivitatea, notată cu T.

2. Capacitatea de a aşchia uşor, cu forţe şi momente de aşchiere minime, notată cu P_z .

3. Precizia şi calitatea suprafeţei prelucrate, notată convenţional cu simbolul R_a;

4. Reparabilitatea la avarii — *RA* ;

5. Tehnologicitatea de ansamblu — *TA* ;

6. Comoditatea restabilirii calităţilor aşchietoare după uzură — *CR* ;

TABEL 8.1

Nr.	Criteriul	Decizii																												Total decizii pozitive	Coeficient de importanță
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	*N*	*N/D*
1	*T*	1	1	1	1	1	1	1																						7	0,250
2	P_z	0							05	05	05	0	0	0																1,5	0,0535
3	R_a		0						05						05	1	05	05	1											4	0,143
4	*RA*			0						05					05					1	05	05	05							3,5	0,125
5	*TA*				0						05					0				0				0	05	05				1,5	0,0535
6	*CR*					0						1					05				05			1			05	1		4,5	0,160
7	*CM*						0						1					05				05			05		05		1	4	0,143
8	*PC*							0						1					0				05			05		0	0	2	0,072

7. Consum de material dur *CMS—CM* ;
8. Preț de cost — *PC*.

Enumerînd cele 8 criterii în ordinea obișnuită în construcția sculelor așchietoare, se compară două cîte două, obținîndu-se *D* — decizii de forma 1—0, 0,5—0,5, sau 0—1 (tabelul 8.1), numărul de decizii fiind dat de relația cunoscută.

$$D = C_n^2 = \frac{n(n-1)}{2} = \frac{8.7}{2} = 28$$

Raportînd numărul de decizii pozitive N la numărul total de decizii D, se obține coeficientul de importanță al fiecărui criteriu, ceea ce conduce la o reordonare a acestora în conformitate cu tabelul 8.2.

TABEL 8.2

Nr.	Criteriul	Coeficientul de importanță
1	Rezistența la uzură — durabilitatea *T*	0,250
2	Comodit. rest. calit. așchietoare *CR*	0,160
3	Precizia și rugozitatea R_a	0,143
4	Consumul de material dur *CM*	0,143
5	Reparabilitatea la avarii *RA*	0,125
6	Prețul de cost *PC*	0,072
7	Capacitatea de așchiere *PZ*	0,0535
8	Tehnologitatea de ansamblu *TA*	0,0535

Din cele 28 soluții cunoscute, principial reprezentative sînt următoarele :

— B_1C_2, plăcuțe lipite pe dinți demontabili și ascuțire dinte cu dinte (13 combinații) ;

— B_2C_3, plăcuțe schimbabile-nerecuperabile, fixate de corp (6 combinații) ;

— B_2C_4, plăcuțe schimbabile-nerecuperabile fixate mecanic pe dinți demontabili (4 combinații).

— B_3C_5, plăcuță lipită pe dinte demontabil-orientabil cu ascuțire continuă ;

— B_3C_6, plăcuță fixată mecanic pe dinte demontabil-orientabil cu ascuțire continuă.

Cele trei soluții (B_1C_1), plăcuțe lipite de corp, cu ascuțire dinte cu dinte, au fost scoase din discuție ca urmare a unor dezavantaje evidente, care au făcut ca în cursul ultimilor 25 de ani să fie aproape complet abandonate.

Cele cinci soluții reprezentative se compară din punctul de vedere al fiecărui criteriu, se stabilesc deciziile $D_1D_2 ... D_8$ și apoi numerele valorice pentru fiecare soluție, după relația dată în capitolul de informare și sinteza informațiilor (tabel 8.3.)

TABEL 8.3

Nr.	Soluția	Decizii după criteriul											
		T										D_T	$\frac{0{,}125 D_T}{10}$
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	B_1C_2	0,5	0,5	0,5	0,5							2	0,05
2	B_2C_3	0,5				0,5	0,5	0,5				2	0,05
3	B_2C_4		0,5			0,5			0,5	0,5		2	0,05
4	B_3C_5			0,5			0,5		0,5		0,5	2	0,05
5	B_3C_6				0,5			0,5		0,5	0,5	2	0,05

CONTINUARE TABEL 8.3

Nr.	Soluția	Decizii după criteriul											
		CR										D_{CR}	$\frac{0{,}16 D_{CR}}{10}$
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	B_1C_2	0	0	0	0							0	0
2	B_2C_3	1				0,5	0,5	0,5				2,5	0,04
3	B_2C_4		1			0,5			0,5	0,5		2,5	0,04
4	B_3C_5			1			0,5		0,5		0,5	2,5	0,04
5	B_3C_6				1			0,5		0,5	0,5	2,5	0,04

CONTINUARE TABEL 8.3

Nr.	Soluția	Decizii după criteriul											
		Ra										D_{Ra}	$\frac{0{,}143 D_{Ra}}{10}$
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	B_1C_2	0	0	0	0							0	0
2	B_2C_3	1				0,5	0	0				1,5	0,0215
3	B_2C_4		1			0,5			0	0		1,5	0,0215
4	B_3C_5			1			1		1		0,5	3,5	0,05
5	B_3C_6				1			1		1	0,5	3,5	0,05

CONTINUARE TABEL 8.3

Nr.	Soluția	Decizii după criteriul											
		CM										D_{CM}	$\frac{0{,}143 D_{CM}}{10}$
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	B_1C_2	1	1	0,5	0,5							3	0,0429
2	B_2C_3	0				0,5	0	0				0,5	0,00715
3	B_2C_4		0			0,5			0	0		0,5	0,00715
4	B_3C_5			0,5			1		1		0,5	3	0,0429
5	B_3C_6				0,5			1		1	0,5	3	0,0429

CONTINUARE TABEL 8.3

Nr.	Soluția	Decizii după criteriul RA 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	D_{RA}	$\frac{0.125 D_{RA}}{10}$
1	B_1C_2	0,5	0,5	1	0,5							2,5	0,03125
2	B_2C_3	0,5				0,5	1	0,5				2,5	0,03125
3	B_2C_4		0,5			0,5			1	0,5		2,5	0,03125
4	B_3C_5			0			0		0		0	0	0
5	B_3C_6				0,5			0,5		0,5	1	2,5	0,03125

CONTINUARE TABEL 8.3

Nr.	Soluția	Decizii după criteriul PC 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	D_{PC}	$\frac{0,072 D_{CP}}{10}$
1	B_1C_2	0,5	0,5	0,5	0,5							2	0,0144
2	B_2C_3	0,5				0,5	0	0				1	0,0072
3	B_2C_4		0,5			0,5			0	0		1	0,0072
4	B_3C_5			0,5			1		1		0,5	3	0,0216
5	B_3C_6				0,5			1		1	0,5	3	0,0216

CONTINUARE TABEL 8.3

Nr.	Soluția	Decizii după criteriul PZ 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	D_{PZ}	$\frac{0,053 D_{PZ}}{10}$
1	B_1C_2	0,5	0,5	0,5	0,5							2	0,0107
2	B_2C_3	0,5				0,5	0,5	0,5				2	0,0107
3	B_2C_4		0,5			0,5			0,5	0,5		2	0,0107
4	B_3C_5			0,5			0,5		0,5		0,5	2	0,0107
5	B_3C_6				0,5			0,5		0,5	0,5	2	0.0107

Nr.	Soluția	Decizii după criteriul TA 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	D_{TA}	$\frac{0,0535 D_{TA}}{10}$	Număr valoric
1	B_1C_2	1	1	1	0,5							2,5	0,01338	0,16263
2	B_2C_3	0				0,5	0	0				0,5	0,00267	0,17047
3	B_2C_4		0			0,5			0	0		0,5	0,00267	0,17047
4	B_3C_5			1			1		1		1	4	0,0214	0,23660
5	B_3C_6				0,5			1		1	0	2,5	0,01338	0,25983

$$N_v = \frac{0{,}250D_V + 0{,}160D_{CR} + 0{,}143D_{Ra} + 0{,}143D_{CM} + 0{,}125D_{KA} +}{10}$$

$$\frac{+0{,}072D_{FC} + 0{,}0535D_{FT} + 0{,}0535D_{TA}}{10}$$

În conformitate cu tabelul 8.3., numerele valorice ale celor cinci soluții reprezentative sînt, în ordine:

N_{v1} = 0,16263 — pentru plăcuță lipită pe dinte demontabil și ascuțire dinte cu dinte

N_{v2} = 0,17047 — pentru plăcuță schimbabilă nerecuperabilă fixată de corp

N_{v3} = 0,17047 — pentru plăcuță schimbabilă nerecuperabilă fixată pe dinte demontabil

N_{v4} = 0,23660 — pentru plăcuță lipită pe dinte demontabil orientabil, cu ascuțire continuă

N_{v5} = 0,25983 — pentru plăcuță fixată mecanic pe dinte demontabil orientabil cu ascuțire continuă.

Soluția de valoare minimă este B_1C_2 — plăcuță lipită pe dinte demontabil fix cu ascuțire dinte cu dinte, ca urmare a unor dezavantaje nete sub aspectul comodității restabilirii calităților așchietoare, necesitînd utilaje speciale, semiautomate, cu un important consum de manoperă la reascuțire. De asemenea, soluția este dezavantajoasă din punctul de vedere al criteriului R_a al calității suprafeței prelucrate. De aceea se și constată pe plan mondial o restrîngere evidentă a producției de astfel de scule.

Tocmai din tendința de a elimina aceste dezavantaje de bază au apărut soluțiile cu plăcuțe schimbabile nerecuperabile, fixate pe corp (B_2C_3) sau pe dinți demontabili (B_2C_4) la care restabilirea calităților așchietoare se face simplu, prin rotirea plăcuțelor schimbabile și după n rotiri (n fiind numărul de vîrfuri active) prin înlocuirea întregului set, iar îmbunătățirea calității suprafeței frezate prin folosirea unor plăcuțe speciale „măturătoare".

Dar și aceste soluții, aproape generalizate la marile unități producătoare de freze frontale armate, I. S. Rîșnov, Walter, Coromant, Fagersta, Inogersoll, Valenite, Impero etc prezintă, în conformitate cu tabelul 8.3., importante slăbiciuni:

— un consum exagerat de carburi metalice sinterizate (criteriul CM), care în condițiile crizei mondiale energetice și de materii prime (*CW, CTi, Co*) reprezintă un dezavantaj hotărîtor;

— o tehnologicitate de ansamblu redusă, necesitînd prelucrări pretențioase și foarte precise (criteriul *TA*).

8.2.7. Restrîngerea obiectului creației tehnice

Pentru eliminarea acestor dezavantaje, au apărut, în anii 1967—1968, freza Vanek-Polak — brevet R.S.C. 114 699 [10] și prima freză Romascon, cu orientare simultană a dinților pentru reascuțire, brevet R.S.R. 59 323 [11] ambele însă fără viabilitate, ca urmare a complexității constructiv-tehnologice. Dar din soluția noastră de bazare pe coadă

conică a dinților demontabili, asociată cu poziționările la rotație prin știft radial și canal frezat în corp, au rezultat 6 brevete viabile [12], [13], [14], [15], [16], [17] de freze Romascon cu plăcuțe lipite, produse în serie în trei întreprinderi și folosite în alte peste 120 de întreprinderi din R.S.R. ($B_3C_5D_{14}$) și un brevet de freză cu plăcuțe demontabile pe dinți demontabili cu ascuțire continuă [18] ($B_3C_6D_9$).

Așa cum rezultă din tabelul 8.3., cifra valorică a soluției B_3C_6 — 0,25983 este superioară celei a soluției B_3C_5 — 0,23660, în special ca urmare a unei superiorități nete în ceea ce privește criteriul *RA* — capacitatea de reparare a avariilor (ruperii plăcuței).

La rîndul său, soluția B_3C_6 prezintă o valoare mai redusă (0,01338) sub aspectul criteriului tehnologicității de ansamblu (*TA*) decît soluția B_3C_5 (0,0214).

Se pot extrage astfel următoarele concluzii generale privind orientarea creației în domeniul frezelor frontale armate :

a. crearea de noi freze frontale armate cu plăcuțe brazate pe dinți demontabili-orientabili (B_3C_5) cu fiabilitate sporită, în vederea reducerii la maxim a avariilor ;

b. crearea de noi freze frontale armate cu plăcuțe fixate mecanic, simplificate constructiv-tehnologic (B_3C_6).

c. abandonarea soluțiilor cu plăcuțe nerecuperabile B_2C_3 și B_2C_4 ca neeconomice, conducînd la risipă de *CMS* și nejustificate astăzi, întrucît cauza care a condus la utilizarea acestora — incomoditatea și manopera ridicată la reascuțire, — a dispărut prin soluția ascuțirilor-reascuțirilor continue.

Numai prin dezvoltarea soluției B_3C_6, precum și a soluției aparent incompatibile B_3C_3 (fig. 8.4.) s-au obținut și aplicat industrial două brevete de freze cu dinți demontabili armați cu plăcuțe fixate mecanic cu ascuțire continuă [19], [20] și alte șase înregistrări la Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci.

8.2.8. Analiza inginerească a variantelor constructiv-funcționale tehnologice posibile

Plecînd de la toate combinațiile posibile $B_3C_6D_r$ vizualizate în obiectul generalizat din fig. 8.3., cele incompatibile fiind deja eliminate, se pot enumera următoarele soluții posibile :

— $B_3C_6D_4$, plăcuță fixată cu pană-șurub pe dinte orientabil cu ascuțire continuă ;

— $B_3C_6D_5$, plăcuță fixată cu pană-șurub diferențial pe dinte orientabil cu ascuțire continuă ;

— $B_3C_6D_6$, plăcuță fixată cu pană-inversă-șurub pe dinte orientabil cu ascuțire continuă ;

— $B_3C_6D_7$, plăcuță fixată cu pană U elastică-șurub, pe dinte demontabil cu ascuțire continuă.

— $B_3C_6D_8$, plăcuță fixată mecanic cu bridă-șurub pe dinte orientabil cu ascuțire continuă ;

— $B_3C_6D_9$, plăcuță fixată cu pană cilindrică teșită-șurub diferențial pe dinte orientabil cu ascuțire continuă.

— $B_3C_6D_{10}$, plăcuță fixată prin șurub — cap conic pe dinte orientabil cu ascuțire continuă ;
— $B_3C_6D_{11}$, plăcuță zimțată posterior fixată cu pană longitudinală pe dinte orientabil cu ascuțire continuă ;
— $B_3C_6D_{12}$, plăcuță zimțată posterior, dublu înclinată, fixată prin pană longitudinală pe dinte orientabil cu ascuțire continuă ;
— $B_3C_6D_{13}$, plăcuță găurită fixată prin șurub pe dinte orientabil cu ascuțire continuă ;
— $B_3C_6D_{15}$, plăcuță fixată pe dinte conic orientabil, în locaș elasticizat.

Toate cele 11 combinații pot reprezenta tot atîtea revendicări principale și noi invenții, îndeplinind ferm atributul de bază al unei creații tehnice — originalitatea.

La data elaborării obiectului generalizat din fig. 8.3., numai soluția $B_3C_6D_9$, care ne aparține, era brevetată — brevet R.S.R. 64726 [18].

Menționăm că unele firme, care pun mult preț pe creația tehnică în vederea contracarării concurenței pe piața mondială, în special firmele japoneze, *brevetează toate soluțiile noi posibile*, chiar dacă nu aplică decît o mică parte dintre acestea, realizînd, prin aceasta, două obiective importante :

— blocarea completă a concurenței față de noutățile din domeniu ;
— asigurarea superiorității și șocului noutății pentru mărfurile proprii.

Pentru abordarea inginerească comparativă a noilor soluții este necesară precizarea unui atribut specific pe care trebuie să-l îndeplinească soluțiile B_3C_6 — posibilitatea avansării plăcuței în vederea reascuțirilor. Modul de rezolvare tehnică a acestei condiții va constitui de regulă cea de a doua revendicare a invenției corespunzătoare.

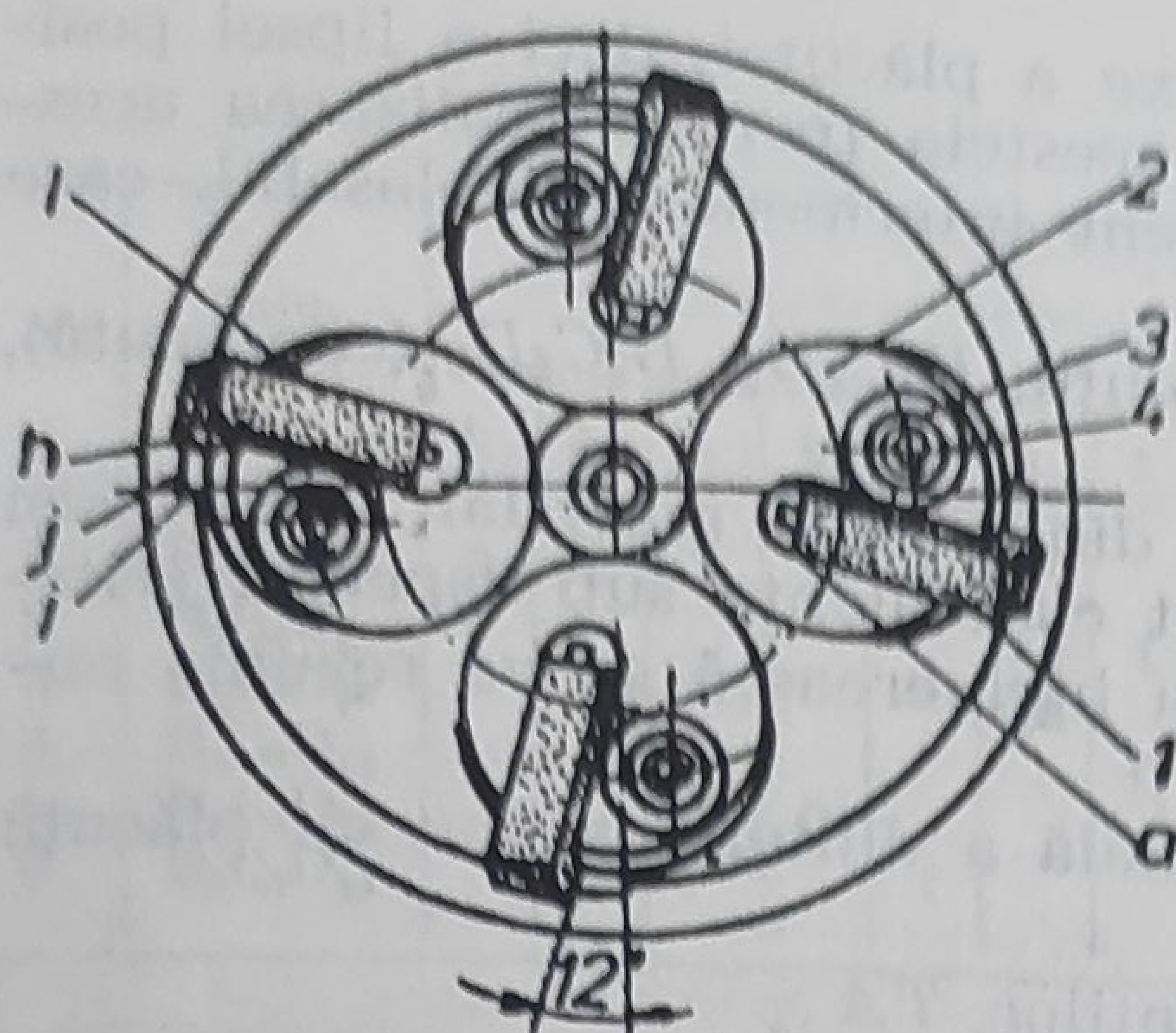
Pentru înțelegerea problemei, se prezintă în continuare unele detalii constructiv-funcționale ale invenției $B_3C_6D_9$ — brevet R.S.R. 64726, cunoscută la data elaborării obiectului generalizat din fig. 8.3.

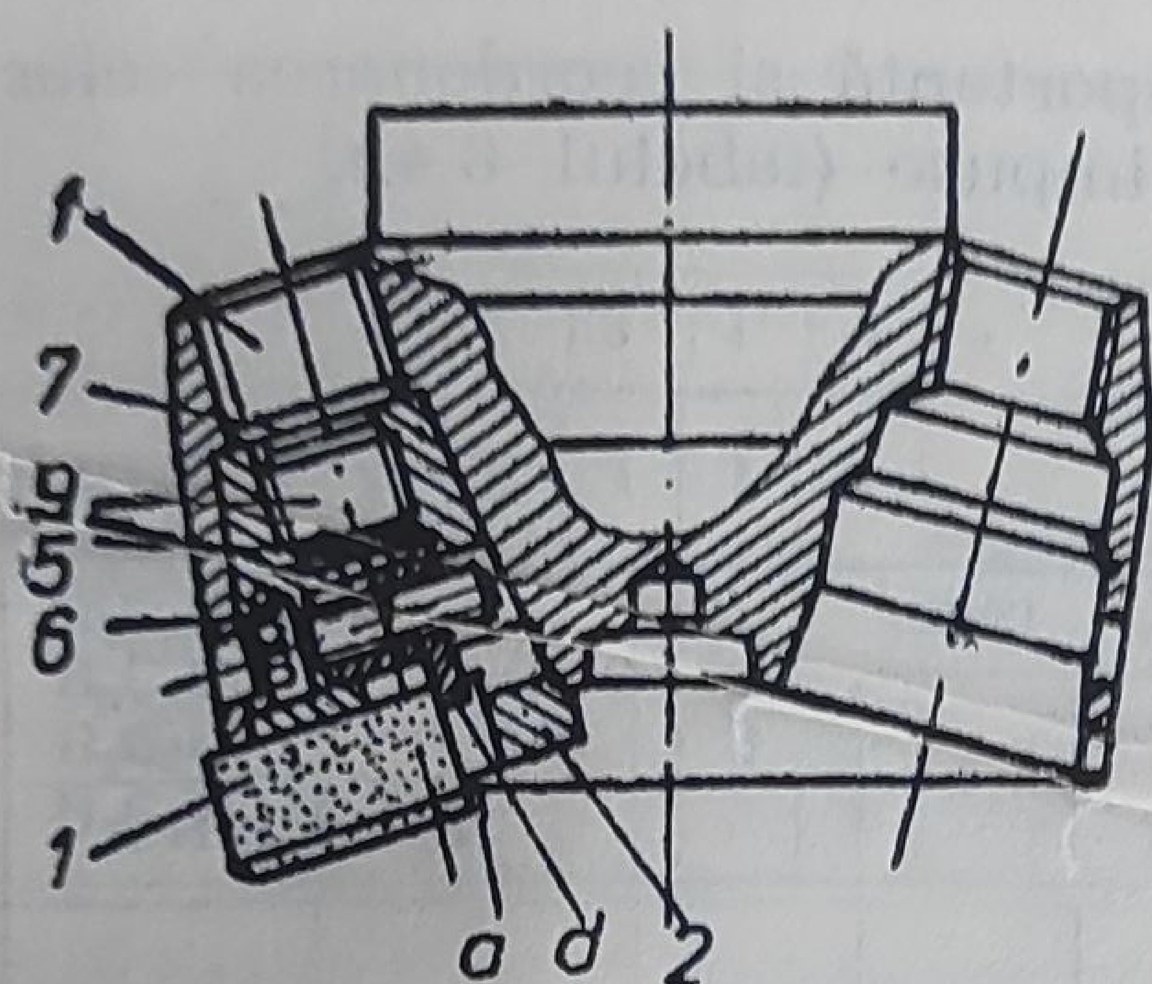
Plăcuța dreptunghiulară 1, de tip C, se poziționează în canalul a, practicat în corpul dintelui tronconic 2 și este blocată prin intermediul unei pene cilindrice teșite 3 și a unui șurub diferențial 4, înșurubat cu porțiunea b cu pas mic în pana 3, iar cu cea cu pas mare c, în corpul dintelui 2 (fig. 8.6.).

Pe măsura uzurii și reascuțirilor corespunzătoare, plăcuța 1 este avansată pe direcție radială, după slăbirea prealabilă a penei 3, sub acțiunea unei piulițe 5, prevăzută cu un pinten d și a unui șurub captiv 6.

Pentru mărirea gradului de fiabilitate al construcției, plăcuța are un singur grad de libertate, canalul fiind prevăzut cu un umăr e, frezat în corpul dintelui 2. Blocarea și deblocarea dintelui 2 se realizează prin intermediul șurubului diferențial 7, cu porțiunea f, de pas mic, înșurubată în corpul 8 al frezei, iar cu porțiunea g, de pas mare, înșurubată în corpul dintelui.

Pentru ascuțirea fețelor de așezare, care se practică după schema obișnuită pentru reascuțirea frezelor Romascon, suprafața de degajare h a plăcuței se reazemă pe suprafața i a canalului j, frezat în corpul frezei, iar pentru lucru, suprafața de brazare 1 a plăcuței se reazemă pe suprafața k a aceluiași canal.





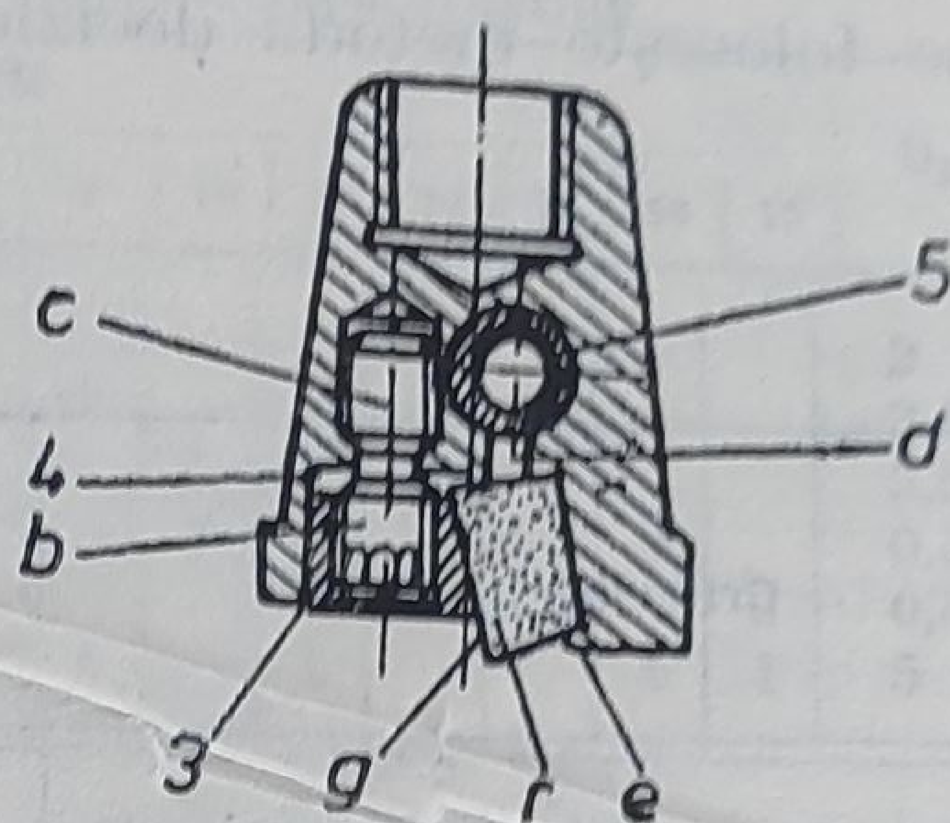


Fig. 8.6.

Prototipul construit și experimentat în două variante (cu unghi de degajare pozitiv și cu unghi de degajare negativ), a dat satisfacție, prezentînd următoarele avantaje de bază :

— asigură un număr mare de reascuțiri, corespunzător la 2/3 din lungimea plăcuței *C* și deci o durată mare de exploatare ;

— permite schimbarea operativă a plăcuțelor uzate, sau avariate ;

— elimină necesitatea ascuțirilor și reascuțirilor fețelor de degajare și de așezare secundare.

După precizarea problemei de creație și restrîngerea obiectivului la combinațiile derivate dintr-o anumită biasamblare B_3C_6, toate cele 10 noi soluții posibile, împreună cu soluția $B_3C_6D_9$, cunoscută, se supun unei analize inginerești comparative.

Pentru simplificarea analizei, este bine să se scoată din discuție, de la început, soluțiile evident inferioare soluției $B_3C_6D_9$. În acest sens, se pot elimina soluțiile :

— $B_3C_6D_4$ și $B_3C_6D_6$, ca urmare a lipsei de fiabilitate (pericol de dessurubare a șurubului de strîngere și de slăbire a penei datorită vibrațiilor) și a lipsei posibilității de deblocare directă prin dessurubare ;

— $B_3C_6O_7$, ca urmare a complexității construcției tehnologice, a numărului mare de elemente, care ar determina o creștere a dimensiunii dintelui orientabil, o reducere a numărului de dinți, deci și a productivității ;

— $B_3C_6D_8$, ca urmare a lipsei de fiabilitate ;

— $B_3C_6D_{13}$, ca urmare a poziției fixe a plăcuței, deci a lipsei posibilităților de avansare spre ascuțire a acesteia (pentru realizarea acestui atribut ar trebui introdus un element intermediar, deplasabil, care ar complica exagerat construcția).

Rămîn prin urmare de analizat 6 soluții, $B_3C_6D_5$, $B_3C_6D_9$ (cunoscută), $B_3C_6D_{10}$, $B_3C_6D_{11}$, $B_3C_6D_{12}$ și $B_3C_6D_{15}$.

Întrucît, pentru o aceeași plăcuță, din același material, cu aceeași geometrie optimizată, toate soluțiile sînt echivalente sub aspectul criteriilor *T*, *CR*, *Ra*, *CM*, *RA* și *Pz*, analiza inginerească se va rezuma numai la următoarele criterii specifice :

1. complexitatea constructiv-funcțională a dintelui armat cu plăcuță fixată mecanic, în ansamblu, *CA* ;
2. tehnologicitatea de ansamblu a dinților, *TA* ;
3. prețul de cost, *PC*.

Pentru stabilirea coeficientului de importanță și reordonarea celor trei criterii, se folosește metoda deciziei impuse (tabelul 8.4.).

TABEL 8.4

Nr. crt.	Criteriul	Decizii 1	Decizii 2	Decizii 3	Total decizii pozitive N	Coeficientul importanță ND
1	Complexitatea constructiv funcțională de ansamblu CA	0,5	0,5		1	0,333
2	Tehnologicitate de ansamblu TA	0,5		0,5	1	0,333
3	Prețul de cost PC		0,5	0,5	1	0,333

Se constată un același coeficient de importanță 0,333, pentru cele trei criterii specifice.

Pentru compararea celor 6 soluții, stabilirea numărului valoric și reordonarea acestora în vederea depistării soluției optime, se folosește în continuare tabelul 8.5., specific ingineriei valorii.

TABEL 8.5

Nr.	Soluția	Decizii după criteriul CA: 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	D_{CA}	$\frac{0{,}333\,D_{CA}}{15}$
1	$B_3C_6D_5$	0	0	0,5	0,5	0											1	0,02222
2	$B_3C_6D_9$	1					0,5	0,5	0,5	0							2,5	0,05560
3	$B_3C_6D_{10}$		1				0,5				0,5	0,5	0				2,5	0,05560
4	$B_3C_6D_{11}$			0,5				0,5			0,5			0,5	0		2	0,04444
5	$B_3C_6D_{12}$				0,5				0,5			0,5		0,5		0	2	0,04444
6	$B_3C_6D_{15}$					1				1			1		1	1	5	0,11120

TABEL 8.4

Nr.	Soluția	Decizii după criteriul TA 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	D_{TA}	$\frac{0,333 D_{TA}}{15}$
1	$B_3C_6D_5$	0	0	1	1	0											2	0,04444
2	$B_3C_6D_9$	1					0,5	1	1	0							3,5	0,07777
3	$B_3C_6D_{10}$		1				0,5				1	1	0,5				4	0,08888
4	$B_3C_6D_{11}$			0				0			0			0,5	0		0,5	0,01111
5	$B_3C_6D_{12}$				0				0			0		0,5		0	0,5	0,01111
6	$B_3C_6D_{15}$					1				1			0,5		1	1	4,5	0,10009

TABEL 8.5

Nr.	Soluția	Decizii după criteriile PC 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	D_{PC}	$0,333 D_{PC}$	N_v
1	$B_3C_6D_5$	0	0	1	1	0											2	0,04444	0,1111
2	$B_3C_6D_9$	1					0,5	1	1	0							3,5	0,07777	0,2111
3	$B_3C_6D_{10}$		1				0,5				1	1					3,5	0,07777	0,2222
4	$B_3C_6D_{11}$			0				0			0			0,5	0		0,5	0,01111	0,0666
5	$B_3C_6D_{12}$				0				0			0	0	0,5		0	0,5	0,01111	0,0666
6	$B_3C_6D_{15}$					1				1		1			1	1	5	0,11120	0,3224

Reordonînd soluțiile după numărul valoric, se obține tabelul 8.6., din care rezultă că soluția $B_3C_6D_9$, apărută ca invenție spontană, care a determinat orientarea spre B_3C_6 (folosirea plăcuțelor fixate mecanic cu dinții orientabili cu ascuțire continuă) nu reprezintă nici pe departe o soluție optimă, fiind net depășită de $B_3C_6D_{15}$ — plăcuță fixată în locaș elasticizat pe dinte orientabil cu ascuțire continuă, superioară atît sub aspectul complexității de ansamblu, cît și din punctul de vedere al tehnologicității de ansamblu și al prețului de cost.

TABEL 8.6

Nr. crt.	Soluția	Numărul valoric Nv
1	$B_3C_6D_{15}$ — plăcuță fixată mecanic în locaș elasticizat pe dinte demontabil conic	0,3224
2	$B_3C_6D_{10}$ — plăcuță fixată prin șurub-cap conic — pe dinte demontabil orientabil	0,2222
3	$B_3C_6D_9$ plăcuță fixată prin pană cilindrică teșită, șurub diferențial pe dinte demontabil	0,2111
4	$B_3C_6D_5$ — plăcuță fixată cu pană — șurub diferențial pe dinte demontabil	0,1111
5	$B_3C_6D_{11}$ — plăcuță zimțată fixată prin pană pe dinte demontabil	0,0666
6	$B_3C_6D_{12}$ — plăcuță zimțată dublu înclinată, fixată prin pană pe dinte demontabil	0,0666

În ceea ce privește soluțiile cu plăcuțe zimțate, $B_3C_6D_{11}$ și $B_3C_6D_{12}$, acestea rămîn net inferioare numai în condițiile în care tipizarea și fabricarea centralizată a acestora nu este pusă încă la punct.

8.2.9. Detalierea variantei optime, folosind tehnicile de creație

Concretizînd soluția optimă $B_3C_6D_{15}$, prin conceperea-concretizarea sistemului de reglare a poziției și de avansare a plăcuței pentru reascuțire, s-a obținut brevetul R.S.R. nr. 64729. Ca tehnică de bază s-a folosit extrapolarea ; în acest sens, dintele conic-elasticizat reprezintă o extrapolare a dintelui pană U-elastică (Walter) cu o creștere a tehnologicității, prin schimbarea formei acesteia, în pană conică. De asemenea, folosirea șurubului 5 cu piuliță cu pinten *c* (extractor) este extrapolată și adaptată dintr-o soluție cunoscută în organe de mașini.

Subliniem în special rolul extrapolării în detalierea constructiv-funcțională a noii soluții ; este suficient de amintit că întregul sistem de freze frontale armate Romascon a rezultat din extrapolarea soluției rotirii dinților în jurul axei proprii, cunoscută la frezele VNII — U.R.S.S., cu ascuțire continuă și că, la rîndul său, noul sistem de freze melc modul românești, elaborat de dr. ing. Valeriu Georgescu de la Universitatea din Galați, a rezultat din extrapolarea de la frezele Romascon a sistemului de poziționare-fixare pe con-știft radial, canal frezat în corp, cu o eficiență deosebită în ceea ce privește posibilitățile de optimizare și de creștere a productivității danturării.

Pentru înțelegerea soluției $B_3C_6D_{15}$ — concretizată, aceasta este reprezentată în fig. 8.7.

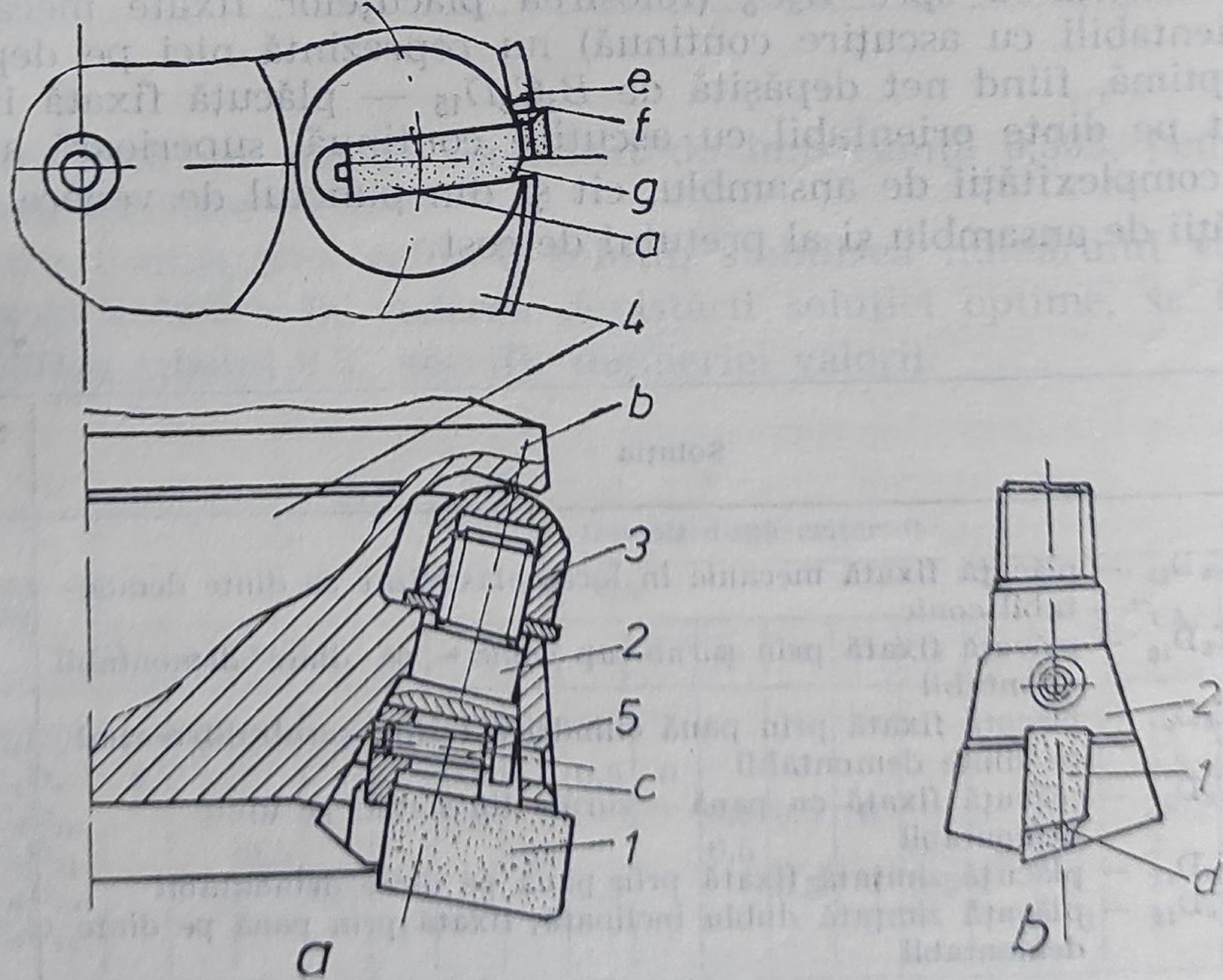


Fig. 8.7.

Noua construcție este mult simplificată și constă în următoarele : plăcuța dreptunghiulară 1, de tip *C*, se poziționează într-un canal *a*, practicat în corpul dintelui tronconic 2, fiind asigurată blocarea prin elasticizarea dintelui și tragerea acestuia cu piulița 3, a cărei deplasare axială este împiedicată de gulerul *b* al corpului frezei 4. Pe măsura uzurii și reascuțirilor corespunzătoare, plăcuța 1 este avansată pe direcție radială, după deblocarea dintelui din locașul său tronconic, acționînd asupra piuliței 3 cu ajutorul unui șurub 5 și al unei piulițe prevăzută cu un pinten *c*. Mărirea gradului de fiabilitate este asigurată de un umăr *d*, frezat în corpul dintelui 2, plăcuța avînd un singur grad de libertate, cel de pe direcție radială.

Pentru ascuțirea suprafețelor de așezare, care se execută după schema obișnuită de reascuțire a frezelor Romascon, suprafața de degajare a plăcuței dure se reazemă pe suprafața *e* a canalului *f*, executat în corpul frezei sub un unghi de 15 grade, iar pentru lucru, spatele plăcuței se reazemă pe suprafața radială *g* a aceluiași canal.

Prototipurile construite și experimentate au fost ascuțite în două variante : pentru prelucrarea suprafețelor plane deschise și pentru prelucrarea suprafețelor de colț. Rezultatele pozitive realizate cu primele prototipuri au condus la omologarea și producția de serie, la atelierul de producție pilot al Catedrei de Mașini unelte și scule a Institutului Politehnic Iași, a cinci tipodimensiuni de bază. La omologare, s-a renunțat la umărul (netehnologic) în favoarea unui șurub și a unei bride elastice.

Folosirea metodelor logice — analitice — deductive de creație nu exclude posibilitatea combinării acestora cu metodele și tehnicile psihologice-intuitive expuse în capitolul precedent. Chiar și în exemplul urmărit, analiza logică a condus la concluzia că submorfologiile B_3C_3 și B_3C_4 sînt incompatibile, ca urmare a incompatibilității poziției fixe a plăcuței în corp, sau a dintelui în care aceasta se fixează, cu ideea ascuțirii continue, care presupune rotirea cu unghiul de așezare transversal, înainte de reascuțire.

Un moment de inspirație — iluminare, combinat cu o tehnică intuitiv-logică denumită inversie, a permis totuși valorificarea acestor incompatibilități (așa cum s-a prezentat în paragraful 8.2.5) prin întoarcerea „peste cap" cu 180° a plăcuțelor, inversînd suprafața de degajare cu suprafața de reazem, rezultînd pe această bază patru invenții viabile aplicate industrial.

Noul sistem analitic — logic — deductiv de abordare a creației tehnice reprezintă însă și importante implicații în sistemul de transmitere a cunoștințelor tehnice către viitorii ingineri.

Încheierea fiecărui capitol de specialitate, care prezintă diferitele utilaje (organe de mașini, scule, dispozitive, verificatoare, mecanisme, mașini unelte, motoare, turbine, mașini agricole, cuptoare, prese, laminoare, mașini textile etc.), cu prezentarea fie a obiectului generalizat al stadiului la zi al tehnicii în domeniu, fie cel puțin cu diagrama și matricea morfologică a ideilor, ar avea efecte pozitive nu numai în crearea unei viziuni globale, ci ar deschide și perspective în ceea ce privește domeniile abordabile de creație tehnică, cu probabilități maxime de aplicabilitate și eficiență ; este evident că profesorul titular al cursului de specialitate este cel mai în măsură să elaboreze obiectul gene-

ralizat, să formuleze criticile de bază asupra stadiului actual al tehnicii în domeniu și să deschidă viitorilor specialiști ferestrele spre creația tehnică.

BIBLIOGRAFIE

1. KOESTLER A. — *Le cri d'Archimède*, Calman-Lévy. Paris, 1955.
2. KAUFMAN A., FUSTIER M., DREVET A. — *L'Inventique*. Entreprise moderne d'édition, Paris, 1971.
3. ROSSMAN J. — *The psychology of the inventor*. Inventors Publisching Washington, 1931.
4. ROȘCA AL. — *Creativitate generală și specifică*. Ed. Academiei R.S.R., București, 1981.
5. MOLES AA., CLAUDE R. — *Creativité et methodes d'invention*. Ed. Fayard, Marne, 1970.
6. ZWIKY F. — *Discovery, Invention, Research through Morphological, Approach*. Ed. Mac Millan, 1969.
7. BELOUS V., SEVERINCU M. — *Asupra unor metode analitice de creație tehnică*. Lucrările sesiunii șt. „Creația tehnică și fiabilitatea în construcția de mașini", vol. Mașini unelte-scule-dispozitive. Rotaprint, I. P. Iași, 1980.
8. KAUFMAN A. — *Introduction à la combinatorique en vue des applications*. Ed. Dunod, Paris.
9. KAUFMAN A. — *Metode și modele de cercetare operațională*, vol. II, Ed. Dunod — Traducere în limba română, Ed. Științifică, București, 1967.
10. VANEK F. și POLAK V. — *Frezovaci hlava*. Brevet R.S.C. 114699.
11. BELOUS V., STAN M. și SIMION AL. — *Freză frontală armată cu dinți demontabili*, Brevet R.S.R. 59323.
12. BELOUS V., COZMÎNCĂ M., LUNGU GH., LUPCHIAN P. — *Freză cu dinți demontabili cu ascuțire continuă*, Brevet R.S.R., 57841.
13. BELOUS V. și colab. — *Freză frontală cu dinți armați cu ascuțire continuă*. Brevet R.S.R. 64727.
14. BELOUS V. și colab. — *Freză de colț cu dinți demontabili armați*, brevet R.S.R. 63972.
15. BELOUS V. și colab. — *Freză frontală cu ascuțire continuă*. Brevet R.S.R. 64729.
16. BELOUS V. și colab. — *Freză frontală cu dinți demontabili armați cu ascuțire continuă*. Brevet R.S.R. 66850.
17. BELOUS V. și colab. — *Freză frontală cu dinți demontabili armați cu ascuțire continuă*. Brevet R.S.R. 71330.
18. BELOUS V. și colab. — *Freză frontală cu plăcuțe fixate mecanic*. Brevet R.S.R. 64726.
19. BELOUS V. — *Freză frontală cu plăcuțe fixate mecanic*. Brevet R.S.R. 71882.
20. BELOUS V. și TIPU V. — *Freză de colț cu plăcuțe fixate mecanic*, Brevet R.S.R., 71880.
21. BELOUS V. — *Inventica*. Vol. I, Rotaprint, I. P. Iași — 1984.

CAPITOLUL IX

ANALIZA INGINEREASCĂ A NOII SOLUȚII

Analiza inginerească a noii soluții reprezintă etapa finală a creației tehnice și presupune după John Dixon [1] următoarele faze: precizarea problemei de analiză inginerească, elaborarea modelului analitic și experimental, aplicarea principiilor fizice și culegerea datelor experimentale, calculele, verificările, optimizarea, evaluarea și generalizarea, elaborarea rezultatelor finale și a recomandărilor.

Această analiză, care corespunde etapei de verificare în creație, se referă nu numai la compararea valorii acesteia în raport cu cele ale soluțiilor celor mai valoroase cunoscute, folosind tehnica deciziei impuse, ci și o verificare prealabilă a noii soluții sub aspectul brevetabilității și a purității de brevet. Pentru a-l feri de surprize neplăcute pe inventator, considerăm de aceea necesar ca traseul analizei inginerești preconizat de John Dixon să fie precedat de o expertiză a brevetabilității și a purității de brevet.

În aceste condiții, traseul verificării inginerești poate fi schematizat ca în figura 9.1.

9.1. Expertiza brevetabilității și a purității de brevet

În condițiile în care procesul proiectării creative a urmat pînă în această etapă o cale dominant logică-științifică, bazată pe o informare și sinteză a informațiilor riguroasă, pe analiza brevetelor din domeniu, pe elaborarea diagramelor și matricelor morfologice de idei, sau a obiectului generalizat al creației, în care locul și conținutul principal al ideilor brevetate deja este bine determinat, *brevetabilitatea este prestabilită*; în cazul invențiilor combinatorice, noua combinație adoptată reprezintă de fapt revendicarea de bază în viitoarea descriere de invenție. Dar așa cum a rezultat din capitolele 4, 7 și 8, destinate metodelor și tehnicilor de creație, tehnicile analitice de căutare morfologică și metodele logice de creație devin mult mai eficiente în condițiile îmbinării acestora cu tehnicile și metodele psihologice-intuitive.

Tehnicile intuitive de tipul asocierii, analogiei, inversiei, empatiei, extrapolării sînt necesare atît pentru concretizarea tehnică de amănunt a soluțiilor obținute prin metodele și tehnicile logice, cît și pentru îmbogățirea și creșterea valorii acestora.

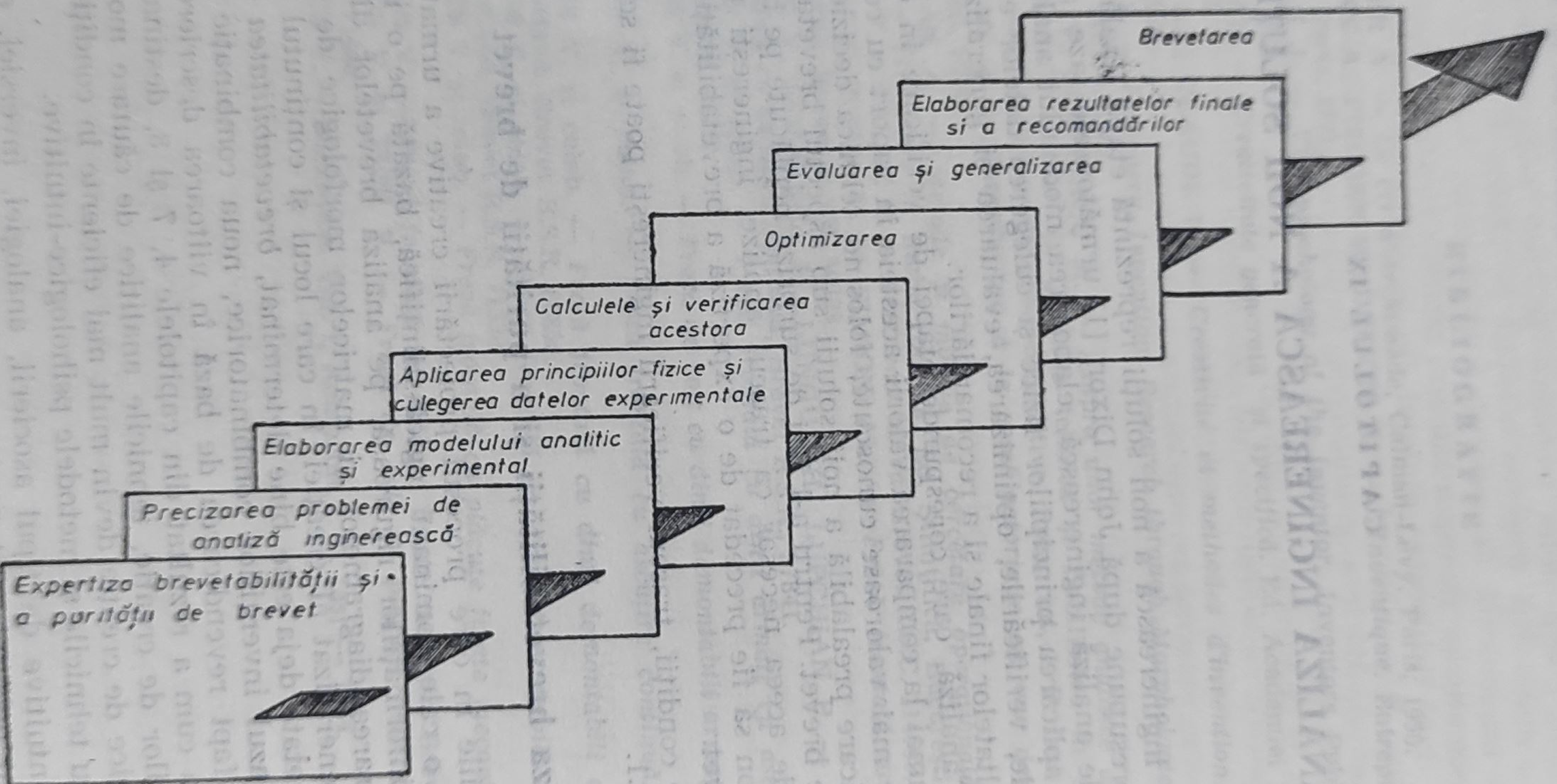

Brevetarea
Elaborarea rezultatelor finale și a recomandărilor
Evaluarea și generalizarea
Optimizarea
Calculele și verificarea acestora
Aplicarea principiilor fizice și culegerea datelor experimentale
Elaborarea modelului analitic și experimental
Precizarea problemei de analiză inginerească
Expertiza brevetabilității și a paritatii de brevet

Fig. 9.1.

Aceste concretizări tehnice și imbogățiri ale soluției de bază pot să fie sau nu brevetabile, după cum este, de asemenea, posibilă încălcarea unor brevete în vigoare pe teritoriul național sau în țările în care se intenționează să se exporte noul produs sau tehnologie.

Probabilitatea încălcării unor brevete în vigoare este cu atît mai mare, cu cît complexitatea obiectului invenției proprii este mai ridicată. O anumită construcție poate să conțină cîteva brevete în vigoare și uneori pînă la 700—1 000 de brevete, cum este de exemplu în cazul unui autoturism sau autocamion și se referă la obiectul invenției în ansamblu, la subansamble, mecanisme, organe etc. De aceea este foarte important să se aleagă corect elementele supuse verificării purității de brevet și a brevetabilității, în vederea reducerii eforturilor de informare.

I. I. Kicikin și E. P. Scorneacov [2] propun următoarele acțiuni și recomandări pentru expertiza purității de brevet și a brevetabilității, în conformitate cu tabelul 9.1. și cu legislația sovietică :

TABEL 9.1

Nr. crt.	Expertiza asupra purității de brevet	Expertiza asupra brevetabilității
1	Se verifică soluția de ansamblu, supunîndu-se evaluării toate, sau majoritatea soluțiilor tehnice conținute.	Se verifică numai soluția dată, presupusă ca invenție.
2	Expertiza se realizează pentru fiecare țară interesată în parte.	Expertiza se efectuează independent.
3	Se ia în considerație legislația protecției industriale a tuturor țărilor pentru care se realizează expertiza.	Se ia în considerație numai legislația națională.
4	Rolul expertizei este evidențierea unor detalii ale obiectului creației brevetate deja, fără a se lua în considerație eventualele diferențieri din punctul de vedere al altor detalii.	Rolul expertizei este de a evidenția diferențierile față de soluțiile cunoscute, fără a se lua în considerație detaliile comune.
5	Se iau în considerație numai brevetele în vigoare din țara dată.	Se iau în considerație orice surse care ar putea anula noutatea soluției proprii.
6	Expertiza nu se încheie pînă nu se examinează toate brevetele în vigoare în țara dată.	Expertiza se poate încheia în momentul depistării unei surse care anulează noutatea soluției proprii.
7	Adîncimea în timp a căutărilor este determinată de perioada de valabilitate a brevetelor în țara dată.	Adîncimea în timp a căutărilor nu este legată de perioada de valabilitate a brevetelor, depășind-o substanțial.

Nr. crt.	Expertiza asupra purității de brevet	Expertiza asupra brevetabilității
8	La studierea descrierilor se va acorda atenție deosebită evidențierii drepturilor ce decurg din invenție.	—
9	Erorile și impreciziile în evaluare pot duce la importante pagube materiale și morale.	Erorile și impreciziile sînt eliminate în fazele superioare de valorificare (la examinare, protestele terților etc.).

Se poate recomanda următoarea ordine a fazelor expertizei purității de brevet [2] :

— stabilirea condițiilor expertizei ;
— analiza particularităților legislației invențiilor în țările care interesează ;
— alegerea și selectarea documentației tehnice de bază pentru expertiză ;
— căutarea și selectarea descrierilor de invenții ;
— analiza detaliată a materialelor selectate ;
— fundamentarea rezultatelor expertizei ;
— elaborarea protocolului asupra expertizei.

9.1.1. Stabilirea condițiilor expertizei trebuie să satisfacă două criterii de bază : certitudinea rezultatelor în condițiile unui consum minim de timp și mijloace. Trebuie precizat scopul expertizei — stabilirea purității de brevet a unui produs nou, modernizat, sau deja fabricat — țările care interesează, precum și nomenclatorul soluțiilor tehnice verificate (schema cinematică, hidraulică, electrică, a construcției de ansamblu, mecanismele, subansamblele, organele, procesele tehnologice etc.).

În acest sens, pentru obiecte de complexitate ridicată, mașini, agregate, mașini unelte, tractoare, automobile, combine etc. trebuie în primul rînd evidențiate soluțiile tehnice de maximă importanță pentru soluția de ansamblu, cum sînt schema principială a construcției, cinematică, hidraulică, electrică, de comandă electronică sau fluidică, de automatizare, componența de ansamblu, soluțiile constructive de bază etc.

Pentru un specialist inventator este relativ ușor să selecteze elementele posibile a fi acoperite de brevete, elemente relativ noi, de cele devenite clasice și pentru care, evident, perioada de protecție a fost expirată.

9.1.2. Analiza particularităților legislației invențiilor din țările care interesează presupune în primul rînd stabilirea corectă a soluțiilor tehnice care trebuie verificate, sub aspectul perioadelor de cînd sînt ele

cunoscute, iar în al doilea rînd, stabilirea naturii surselor care pot fi opuse soluției proprii ; trebuie luate în considerație condițiile de noutate și caracterul expertizei asupra brevetabilității din diferitele țări.

9.1.3. Alegerea și selectarea documentației de bază pentru expertiză

Expertiza purității de brevet presupune folosirea desenelor de ansamblu, de montaj, de subansamblu, de execuție ale mecanismelor și dispozitivelor. Pentru verificarea soluției de bază, se folosesc în special schemele cinematice, hidraulice, electrice, de automatizare, electronice sau fluidice.

Paralel cu partea grafică vor trebui consultate părțile scrise, în special cele explicative referitoare la funcționare, exploatare, tehnologie, pentru conturarea unei imagini globale și corecte asupra soluțiilor examinate, pentru eventuale opuneri.

9.1.4. Căutarea și selectarea descrierilor de invenții

Pentru fiecare soluție verificată trebuie stabilit în prealabil numărul minim necesar de rubrici de clasificare după clasificarea internațională de studiat, ceea ce presupune luarea în considerație a următorilor factori [2] :

— sistemul de clasificare folosit (internațional, german, național etc.) în fiecare țară și data de cînd este introdus noul sistem, pentru a lua eventual în considerație pentru invențiile mai vechi și a precedentului sistem de clasificare ;

— numărul total de brevete eliberate în fiecare țară în parte pentru tipul dat de invenție ;

— tipul surselor după care se propune căutarea inițială a descrierilor și gradul de prelucrare a fondului de descrieri, respectiv existența unor eventuale materiale documentare informative sintetice, pentru fiecare țară în parte ;

— caracterul soluției proprii, complexitatea sa, numărul și tipul soluțiilor tehnice originale de amănunt etc.

Pentru țările dezvoltate industrial, indexarea trebuie realizată amănunțit, pînă la subgrupă inclusiv, în timp ce pentru țările cu fond de invenții mai sărac, indexarea se poate limita la clasă și subclasă. Ca sursă de bază pot fi folosite buletinele naționale pentru invenții și mărci. Dacă aceste buletine nu conțin rezumate și scheme după care s-ar putea selecta descrierile care ar trebui analizate detaliat, se procedează la selectare pe baza unor observații rapide asupra desenelor și revendicărilor descrierilor detaliate de invenție.

În urma examinării prealabile și selectării descrierilor, se elaborează un tabel de descrieri care trebuie analizate detaliat, cu următoarele rubrici :

— numărul brevetului sau a cererii ;

— denumirea brevetului ;

— țara și titularul ;

— cu ce soluție tehnică de amănunt a soluției proprii trebuie comparat ;

— situația plății taxelor pentru menținere ;

— rezultatele analizei descrierii.

9.1.5. **Analiza detaliată a descrierilor selectate** reprezintă faza de bază a expertizei şi presupune efectuarea următoarelor operaţii :

— evidenţierea părţilor din descriere care stabilesc volumul juridic al drepturilor titularului ;

— nominalizarea revendicărilor şi obiectului brevetului ;

— evidenţierea revendicărilor care delimitează maximal volumul drepturilor ce decurg din descriere ;

— evidenţierea tuturor indicilor din descriere şi a ansamblului acestora pentru fiecare revendicare în parte ;

— compararea indicilor apăraţi de descrierea dată cu a celor corespunzători din soluţia proprie ;

— determinarea esenţei fiecărui indice din descriere nefolosit în soluţia proprie ;

— studiul posibilităţii unei interpretări mai largi a revendicărilor proprii, pe baza recunoaşterii unor indici ai descrierii studiate nefolosiţi în soluţia proprie ;

— concluzii privind acoperirea unui indice, revendicare, sau a descrierii proprii în ansamblu, de către indicii, revendicarea sau descrierea în ansamblu a invenţiei analizate.

Evidenţierea indicilor se face pentru fiecare revendicare în parte, notîndu-se cu literele mari fiecare indice de bază şi cu litere mari însoţite de cifra 1 pentru indicii de importanţă secundară, cu cifra 2 pentru cei de importanţă terţiară etc.

Pentru compararea brevetului analizat cu soluţia proprie se foloseşte un tabel sintetic 9.2. [2], în care, prezenţa sau absenţa indicelui analizat în creaţia proprie se notează cu semnul +, respectiv cu semnul —.

TABEL 9.2

Nr.	Indicii din revendicările invenţiei analizate	Revendicările				Folosirea indicelui în soluţia proprie	Observaţii
		1	2	3	4		
1	Indicele A	+	+	+	+	da	
2	Indicele A_1	—	+	+	+	nu	
3	Indicele A_2	—	—	+	+	da	
4	Indicele A_3	—	—	—	+	nu	Indice nesemnificativ
5	Indicele B	+	+	+	+	nu	Se foloseşte un echivalent
6	Indicele B_1	—	+	+	+	nu	Se foloseşte un echivalent
7	Indicele B_2	—	—	+	+	nu	Se foloseşte un echivalent
8	Indicele B_3	—	—	—	+	nu	Se foloseşte un echivalent
9	Indicele C	+	+	+	—	nu	Se foloseşte un echivalent
10	Indicele C_1	—	+	+	—	nu	Se foloseşte un echivalent

Dacă din expertiza comparată rezultă că unul, sau cîțiva indici constituenți ai unei revendicări, ai unei descrieri analizate nu se folosesc în invenția proprie, trebuie analizată importanța indicilor neutilizați și dacă aceștia nu ar putea fi eventual înlocuiți prin echivalenți neopozabili.

Momentul este deosebit de important, întrucît analiza inginerească se transformă în sinteză creativă, îmbogățind tehnic propria soluție, asigurîndu-i totodată brevetabilitatea.

O revendicare proprie se consideră integral acoperită dacă toți indicii săi de bază sînt acoperiți, indiferent dacă soluția proprie conține un număr suplimentar de indici, inexistenți în descrierea analizată și chiar dacă acești indici suplimentari îmbunătățesc suplimentar soluția.

Dacă este încălcată chiar și o singură revendicare a descrierii analizate, se consideră încălcată invenția în ansamblu. Totuși, trebuie evidențiate toate revendicările acoperitoare și neacoperitoare, pentru a aprecia gradul global de acoperire, pentru elaborarea recomandărilor privind posibilitățile de evitare a încălcării, prin continuarea eventuală a procesului creativ, sau, în caz contrar, de obținere de licențe.

9.1.6. Fundamentarea rezultatelor expertizei, în cazul constatării purității de brevet, se poate realiza numai în următoarele două cazuri:

— la expertiză nu s-a evidențiat nici o invenție în vigoare care ar avea legătură cu obiectul creației proprii în ansamblu, pe subansamble sau în soluțiile tehnice de amănunt;

— expertiza a depistat invenții în vigoare legate de propria creație, dar nici o revendicare sau indice a acestora nu sînt opozabile.

9.1.7. Elaborarea protocolului asupra expertizei

Documentul final al expertizei trebuie riguros redactat, în conformitate cu normele în vigoare, în țările dezvoltate industrial. Acest document trebuie să cuprindă datele completate în conformitate cu următorul formular [2]:

Formularul 9.1.

CONCLUZIA EXPERTIZEI

Asupra verificării purității de brevet a . . . .

(denumirea creației proprii)

SECȚIUNEA I

1. *Partea introductivă.* De cine și cînd a fost elaborată soluția. În raport cu care țări se efectuează expertiza.

2. *Scurtă caracterizare a creației proprii.* Destinație și domenii de utilizare. Scurtă descriere. Invenții naționale folosite cu precizarea descrierilor corespunzătoare și a eventualelor brevete obținute peste hotare. Analogi și prototipuri, indicii generali și diferențierea față de aceștia etc. Sursele în care sînt înglobate. Firmele de peste hotare care produc obiecte similare și precizările corespunzătoare. Prezentarea documentației tehnice după care se realizează expertiza.

3. *Enumerarea soluțiilor tehnice proprii verificate pe baza fondului de descrieri de invenții.*

Nr.	Denumirea lor sau a componentelor	subansamble elementelor	Denumirea (numărul) desenului	Sistemul de clasificare	
				Național	Internațional

4. *Enumerarea soluțiilor tehnice de bază nesupuse protecției industriale.*

N	Denumirea soluției tehnice	Sursa de informare (denumirea, data)	Observații

SECȚIUNEA II

1. *Rezultatele verificării după țara,*

A. . . . .
(denumirea țării)
a fost analizată următoarea documentație pe bază de descrieri :
. . . .
(denumirea documentației oficiale de descrieri)
. . . .
(buletinul, culegerea bibliografică etc.)
. . . .
(descrierile de invenții)
după clasele : . . . .

Nr.	Nr. brevetului și datele de bază (clasa, prioritatea, titularul . . . . . .)	Soluțiile tehnice, subansamblele și elementele creației proprii la care acestea se referă	Comparație între indicii descrierii și cei ai creației proprii			Obs.
			Revendicare din descriere	Revendicare din soluția proprie	Concluzii	

Au fost examinate în total . . . . descrieri.

Ca rezultat al analizei s-a stabilit că . . . .
(creația proprie)
nu cade sub incidența brevetelor enumerate în tabelă, sau cade sub influența brevetelor nr . . . . eliberat . . . . cu termenul de valabilitate de la
(denumirea și titularul)
. . . . Brevetul a fost analizat după
. . . .
(sursa-descriere, buletin de invenții, etc).

2. *Concluzii generale*

. . . . se bucură de prioritate
(denumirea creației proprii)
de brevet (sau nu se bucură de prioritate de brevet în raport cu) . . . .
(țara și numărul brevetului),

Pentru asigurarea folosirii fără obstacole a creației proprii trebuie . . . .
. . . .
(de obținut licența, de modificat unele soluții, de folosit echivalenți neprotejați etc.).

9.1.8. Exemplu de analiză detaliată a unei descrieri selectate și a brevetabilității

Exemplul care urmează reprezintă un caz real din practica personală a autorului prezentei lucrări — opunerea parțială de către O.S.I.M. a brevetului francez 2460172 [3] „Sculă așchietoare de revoluție cu lubrificație interioară" clasa internațională B 23 C 5/28 ; B 23 B 51/06 depusă la 4 iulie 1979 și publicată la 23.01.1981, autor Georges Bourg, titular societé nouvelle Deltal-Franța, propunerii noastre, dosar O.S.I.M. 103915 „Freză frontală cu dinți demontabili armați prin brazare, cu ascuțire continuă" [4].

În continuare este prezentat tabelul comparativ 9.3. al revendicărilor și indicilor pentru fiecare din cele două soluții :

TABEL 9.3

Brevetul 2460172			Soluția proprie dosar OSIM 103915		
Revendicarea	Indici	Formulare	Revendicarea	Indici	Formulare
1		Sculă așchietoare de revoluție, rotindu-se în jurul axei sale de simetrie, formată dintr-un miez, purtînd pe suprafața sa exterioară tăișuri așchietoare, caracterizată prin aceea că,	1		Freză frontală cu dinți demontabili armați prin brazare cu ascuțire continuă, caracterizată prin aceea că în scopul asigurării unei răciri uniforme și eficiente, fără stropierea plăcuțelor,
1	A	Comportă o conductă interioară paralelă cu axa de simetrie a sculei astfel formate și concurînd cu această conductă ;	1	A′	Constă dintr-un canal colector superior (a) strunjit în suprafața frontală posterioară a unui corp (1) al frezei, de unde lichidul pătrunde prin centrifugare, în
	A_1	O conductă, pornind între conul de antrenare și miezul care poartă tăișurile ;		A'_1	Niște canale cilindrice radiale oblice (b) care
	A_2	Conducte pornind din fața tăișurilor.		A'_2	Comunică cu locașurile conice ale dinților frezei, că pentru a asigură răcirea intensivă și a dinților tronconici
2		Sculă așchietoare după revendicarea 1, caracterizată prin aceea că,		A'_3	Constă dintr-un canal cilindric (c) care pătrunde oblic pînă sub o plăcuță brazată (3), de unde lichidul este eliminat prin centrifugare,
	B	Conducta paralelă cu axa de simetrie a sculei este în interiorul miezului legată printr-un manșon de pe corp.			

Brevetul 2460172		
Revendicarea	Indici	Formulare
3		Sculă așchietoare după oricare dintre revendicările precedente, caracterizată prin aceea că,
	C	Axa conductei interioare se confundă cu axa de rotație a sculei.
4		Sculă așchietoare, după oricare dintre revendicările precedente, caracterizată prin aceea că,
	B	Conducta interioară începe la extremitatea sculei opusă celei care servește antrenării de către mașină unealtă.
5		Sculă așchietoare după oricare dintre revendicările precedente caracterizată prin aceea că,
	E	Un bușon, avînd un ajutaj cu diametrul inferior celui al conductei este fixat la extremitatea liberă a acesteia.
6		Sculă așchietoare de revoluție după oricare dintre revendicările precedente, caracterizată prin aceea că,
	F	Ajutajele concurînd cu conducta centrală formează cu aceasta un unghi de 20°–45°.
7		Sculă așchietoare după oricare dintre revendicările 1–5, caracterizată prin aceea că,
	G	Ajutajele concurente cu conducta centrală sînt dispuse în fața tăișurilor.

Soluția proprie dosar OSIM 103915		
Revendicarea	Indici	Formulare
	A'_4	printr-un al doilea canal (d) intersectat cu primul în zona de sub plăcuță, pînă în dreptul unei degajări cilindrice (e) a locașului conic
	A'_5	De unde, prin centrifugare, este eliminat lateral, printr-un canal radial (f), practicat în corpul frezei, pătrunzînd într-un rezervor colector (4) de unde, printr-un orificiu (h) este eliminat în baia de colectare a mașinii de frezat.
2		Freză frontală cu dinți demontabili armați prin brazare cu ascuțire continuă, în conformitate cu revendicarea 1, caracterizată prin aceea că, pentru a asigura o răcire eficientă și a frezelor de dimensiuni reduse, cu coadă, constă
	B'	dintr-un canal cilindric (i) coaxial cu corpul frezei, de unde lichidul este centrifugat lateral în rezervorul colector 4.

Pentru compararea corectă și completă a celor două soluții, trebuie analizate și desenele corespunzătoare de ansamblu (fig. 9.2. a brevetului francez și figurile 9.3. și 9.4. ale soluției proprii).

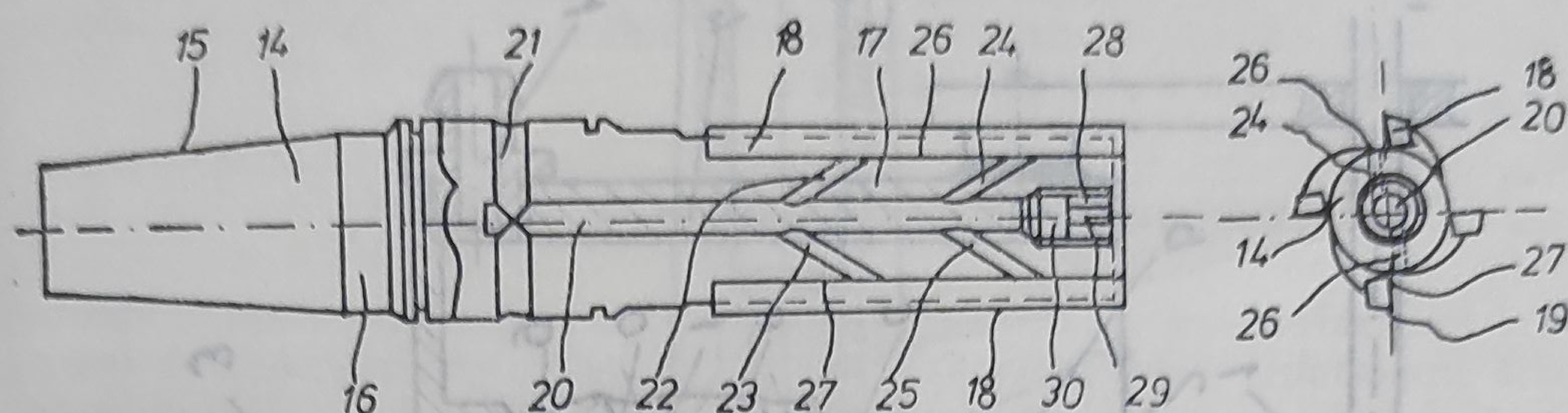


Fig. 9.2.

Din tabelul 9.3., din figurile 9.2., 9.3. și 9.4., precum și din tabelul sintetic 9.4. rezultă următoarele :

TABEL 9.4

Nr.	Indicele	Revendicarea 1	2	3	4	5	6	7	Folosirea indicelui în soluția proprie	Obs.
1	A	+	+	+	+	+	+	+	nu	
2	A_1	+	+	+	+	+	+	+	nu	
3	A_2	+	+	+	+	+	+	+	nu	
4	B	+	+	+	+	+	+	+	nu	
5	C	—	—	—	+	+	+	+	da	
6	D	—	—	—	—	+	+	+	nu	
7	E	—	—	—	—	—	+	+	nu	
8	F	—	—	—	—	—	+	—	nu	
9	G	—	—	—	—	—	—	+	nu	

a. Cele două soluții de ansamblu de răcire a sculelor de revoluție diferă principial ; în timp ce brevetul francez se referă la o răcire în *circuit deschis,* lichidul ajungînd prin corpul sculei și prin canalele pentru așchii în exteriorul tăișurilor, spălîndu-le, la soluția proprie este vorba de o răcire printr-un *circuit închis prin corpul sculei, trecînd pe sub plăcuțele dure, fără să le stropească pe dinafară.*

b. Aparent, revendicarea 2, indicele B a soluției proprii încalcă indicele C din revendicarea 3 a brevetului francez, întrucît în ambele este vorba de un canal central coaxial cu corpul. De fapt nu este vorba de nici o încălcare, întrucît soluția folosirii unui canal axial este cunoscută cu peste 30 de ani înainte de apariția brevetului francez, fiind deci o soluție clasică, convențională, neprotejabilă, aplicată în special la burghiele pentru găuri adînci. Prin urmare, nici revendicarea proprie 2 s-ar părea că nu este brevetabilă. Luîndu-se în considerație însă faptul că, spre deosebire de burghiele pentru găuri adînci și sculele de tipul celei din brevetul francez, conducta de lichid de răcire este deschisă în

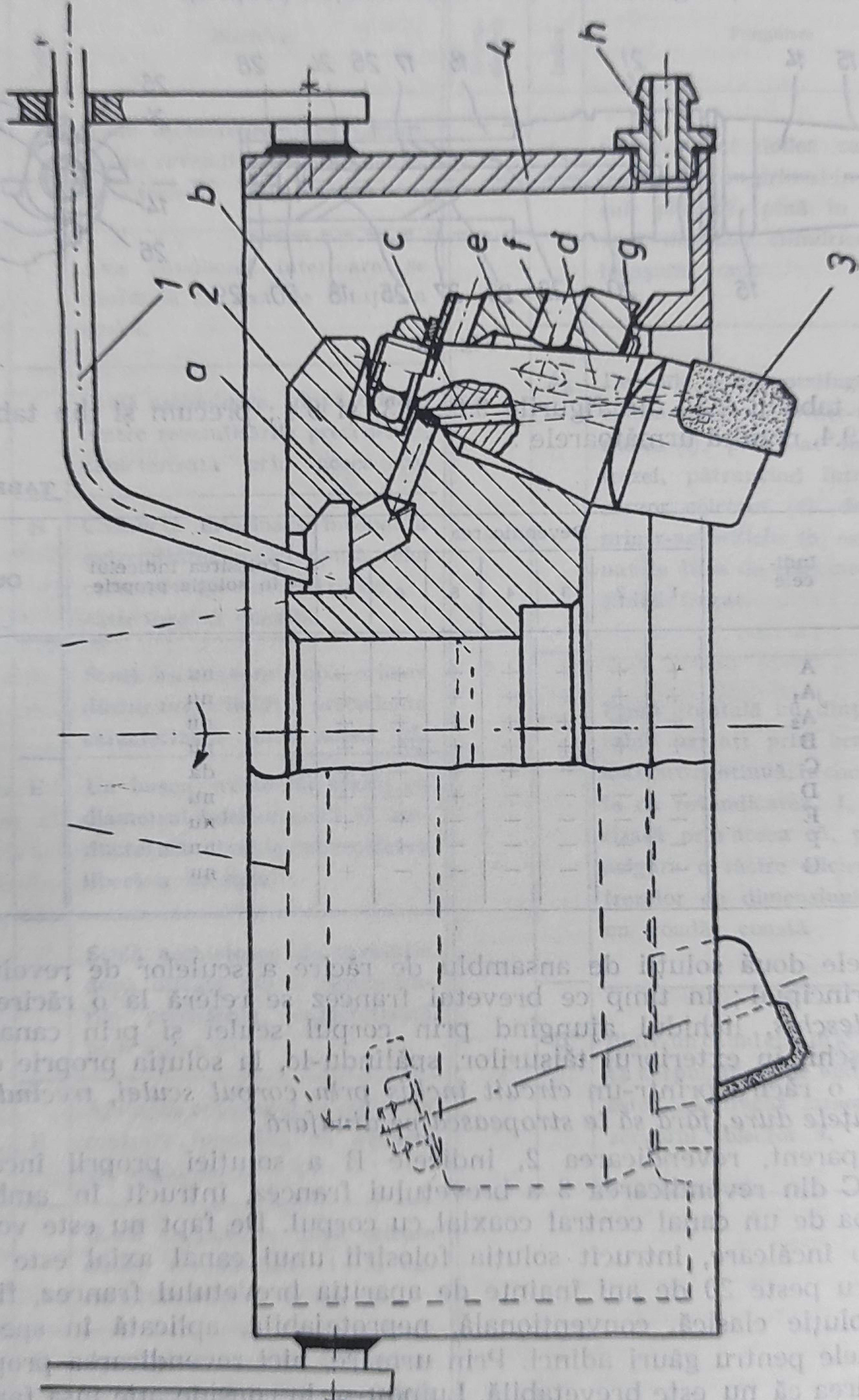


Fig. 9.3.

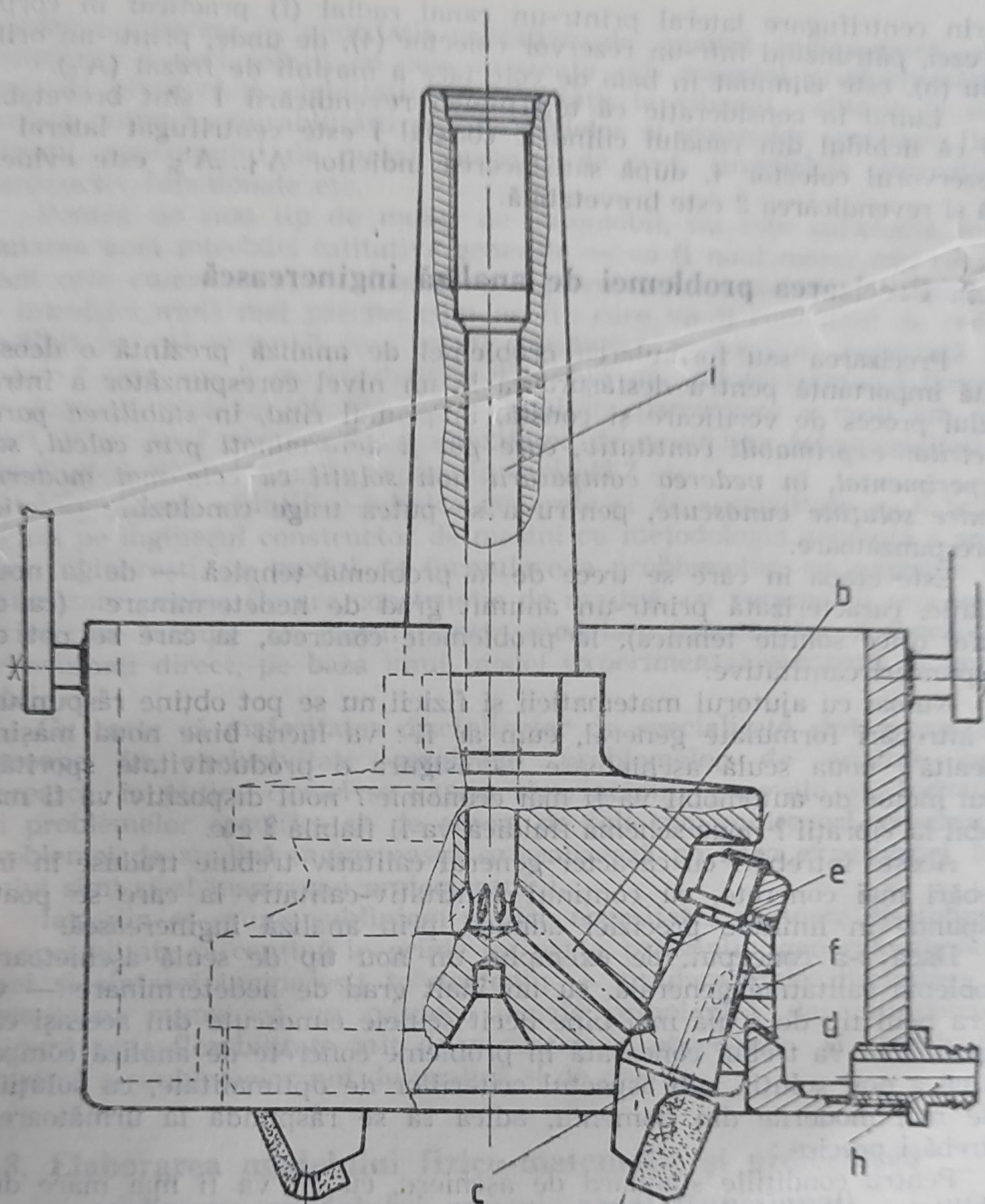


Fig. 9.4.

canalele pentru așchii spălînd tăișurile pe dinafară, în timp ce în revendicarea 2, în conformitate cu revendicarea 1 a descrierii proprii, lichidul din canalul cilindric(i), coaxial cu corpul frezei, este *centrifugat lateral*, după ce circulă prin niște canale radiale oblice (b) (A'_1) care comunică cu locașurile conice ale dinților (A'_2) printr-un canal cilindric oblic (c) care pătrunde sub plăcuța brazată (3) (A'_3) într-un al doilea canal (d), intersectat cu primul, în zona de sub plăcuță, pînă în dreptul unei degajări cilindrice (e) a locașului conic (A'_4), de unde este eliminat

prin centrifugare lateral printr-un canal radial (f) practicat în corpul frezei, pătrunzînd într-un rezervor colector (4), de unde, printr-un orificiu (h), este eliminat în baia de colectare a mașinii de frezat (A'_5).

Luînd în considerație că toți indicii revendicării 1 sînt brevetabili și că lichidul din canalul cilindric coaxial i este centrifugat lateral în rezervorul colector 4, după satisfacerea indicilor A'_1....A'_5, este evident că și revendicarea 2 este brevetabilă.

9.2. Precizarea problemei de analiză inginerească

Precizarea sau formularea problemei de analiză prezintă o deosebită importanță pentru desfășurarea la un nivel corespunzător a întregului proces de verificare și constă, în primul rînd, în *stabilirea parametrilor exprimabili cantitativ, care pot fi determinați prin calcul, sau experimental, în vederea comparării noii soluții cu cele mai moderne dintre soluțiile cunoscute*, pentru a se putea trage concluziile practice corespunzătoare.

Este etapa în care se trece de la problema tehnică — de la noua soluție, caracterizată printr-un anumit grad de nedeterminare (ca de altfel orice soluție tehnică), la problemele concrete, la care se pot da răspunsuri cantitative.

Numai cu ajutorul matematicii și fizicii nu se pot obține răspunsuri la întrebări formulate general, cum ar fi : va lucra bine noua mașină unealtă ? noua sculă așchietoare va asigura o productivitate sporită ? noul motor de automobil va fi mai economic ? noul dispozitiv va fi mai stabil la vibrații ? noua schemă fluidică va fi fiabilă ? etc.

Aceste întrebări cu caracter general calitativ trebuie traduse în întrebări mai concrete, cu conținut cantitativ-calitativ la care se poate răspunde în limitele preciziei admise, prin analiză inginerească.

Dacă s-a conceput, de exemplu, un nou tip de sculă așchietoare, problema calitativă generală, cu un înalt grad de nedeterminare — va lucra noul tip de sculă mai bine decît sculele cunoscute din aceeași categorie ? — va trebui concasată în probleme concrete de analiză comparativă a noii soluții, sub aspectul criteriilor de optimalitate, cu soluțiile cele mai moderne din domeniu, adică să se răspundă la următoarele întrebări precise :

Pentru condițiile standard de așchiere, cu cît va fi mai mare durabilitatea efectivă (productivitatea), cu cît vor fi mai mici forțele și momentele de așchiere și rugozitatea, cu cît va fi diminuată amplitudinea autovibrațiilor, cu cît se va scurta timpul de restabilire a calităților așchietoare, de reascuțire, de schimbare a poziției plăcuțelor, cu cît a crescut rezistența și alți indici de fiabilitate, cu cît a scăzut prețul de cost și costul minutei de exploatare, cu cît s-a simplificat tehnologia de execuție prin reducerea numărului de operații și a manoperei totale, ca urmare a măririi gradului de tehnologicitate, toate acestea în raport cu scula cunoscută de același tip.

Pentru un nou tip de mașină unealtă nu este suficientă formularea calitativă generală — va lucra noul tip de mașină mai bine decît cele mai reușite construcții cunoscute în prezent ? — ci trebuie formulate

probleme concrete — cantitativ-calitative de analiză inginerească, de comparare a noii soluții cu cele existente sub aspectul productivității, preciziei prelucrării, rigidității și stabilității la vibrații, calității de suprafață obținute, durabilității subansamblelor și organelor specifice, fiabilității, consumului de metal, prețului de cost, simplității cinematic-constructiv-funcționale etc.

Pentru un nou tip de motor de automobil, nu este suficientă formularea unei întrebări calitative generale — va fi noul motor mai reușit decît cele cunoscute ? — ci analiza inginerească va trebui să răspundă la întrebări mult mai precise cum ar fi : care va fi consumul de combustibil pe cal putere ? care va fi greutatea motorului raportată la putere ? care vor fi caracteristicile dinamice ale autoturismului ? timpul de demaraj pînă la 100 km/oră, timpul de parcurgere a unui km cu start de pe loc ? care va fi complexitatea de ansamblu, tehnologicitatea, fiabilitatea, timpul pînă la reparația capitală ? etc.

Disciplinele științifice-tehnice generale și de specialitate — îl înarmează pe inginerul constructor de mașini cu metodologia generală a analizei inginerești, cu modul de formulare a problemelor, cu criteriile de optimizare pentru fiecare construcție de mașină, cu parametrii reprezentativi care trebuie fie calculați prin modelare matematică și fizică, fie determinați direct, pe baza unui model experimental construit în prealabil.

Cu toate că majoritatea disciplinelor de specialitate sînt consacrate aproape în exclusivitate rezolvării problemelor de analiză inginerească, în puține cazuri se expun și principiile generale ale formulării problemelor specifice și, de aceea, de cele mai multe ori, precizarea problemei de analiză inginerească se realizează pe baza experienței, bunului simț și al inspirației proiectantului.

Iată din ce cauză, subliniem și aici necesitatea ca toate disciplinele de specialitate să conțină în prima lor parte principiile generale ale analizei și sintezei inginerești în domeniu — fundamentele disciplinei — ceea ce nu numai că nu produce inerție psihologică, dar, dimpotrivă, asigură acea flexibilitate atît de necesară în abordarea și rezolvarea creativă a problemelor noi de analiză și de creație.

9.3. Elaborarea modelului fizico-matematic și proiectarea și realizarea modelului experimental (funcțional)

Elaborarea modelului fizico-matematic al obiectului noii creații reprezintă o aproximare idealizată — principială a acestuia și presupune admiterea unor ipoteze simplificatoare și aproximații pe baza stabilirii prealabile a importanței relative a fiecărui detaliu, ceea ce presupune evident o practică temeinică în proiectare-cercetare.

Conceperea modelului fizico-matematic este în primul rînd un proces de abstractizare, modelul reprezentînd un rezultat al imaginației realiste a inginerului, îndeplinind două condiții de bază : *simplitate* și totodată *reprezentare fidelă a esenței soluției*, în așa fel încît rezultatele analizei pe baza modelului să fie cît mai apropiate de cele care se vor putea trage pe baza studierii ulterioare a performanțelor prototipului industrial.

Modul de idealizare și de schematizare analitică și fizică a obiectului creației este prezentat detaliat în disciplinele de specialitate corespunzătoare.

Elaborarea schemei de principiu și a modelului fizico-matematic este mult ușurată dacă, în prealabil, noua soluție a fost depusă pentru brevetare, întrucît însăși operația de redactare a descrierilor de invenții reprezintă în mare măsură un proces de modelare, cunoscut fiind faptul că în desenele și textele descrierilor de invenții trebuie reprezentate tocmai lucrurile esențiale care trebuie analizate inginerește și pe baza cărora trebuie să rezulte cel puțin la nivel calitativ, avantajele.

După John Dixon [1] schema generală a procesului analizei inginerești poate fi reprezentată ca în fig. 9.5.

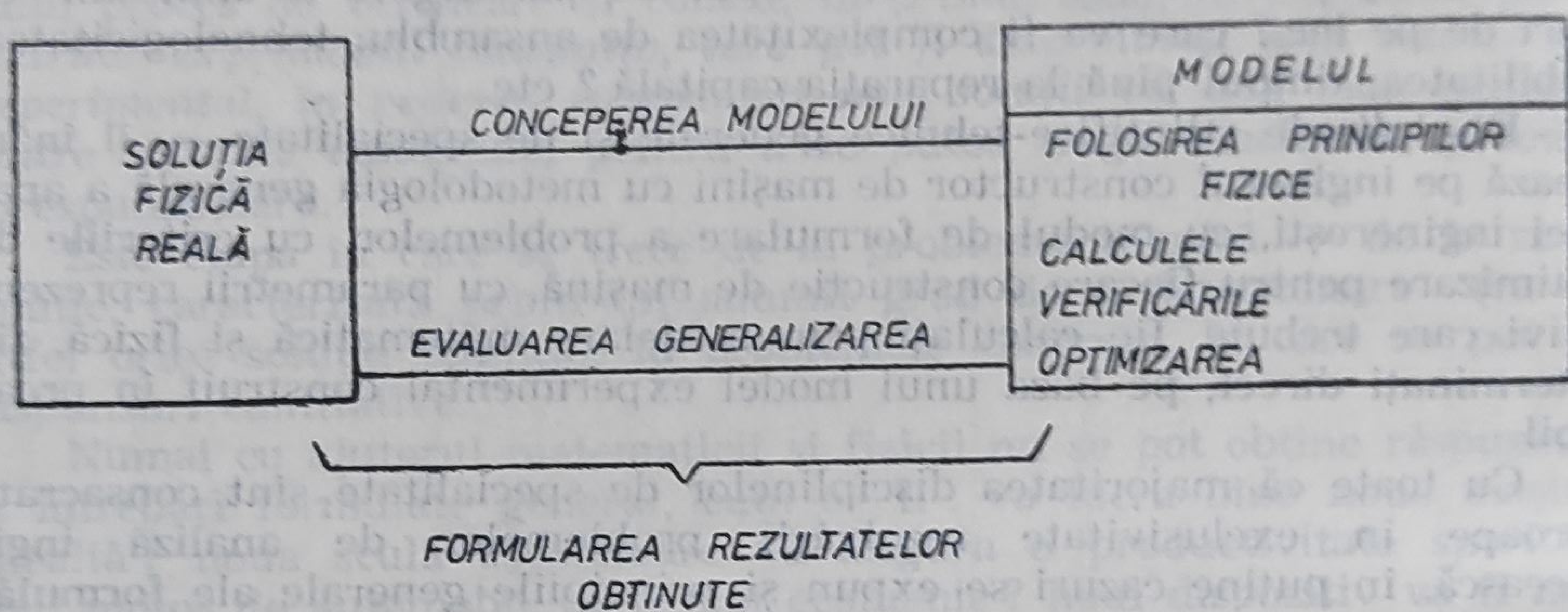


Fig. 9.5.

Din această schemă rezultă importanța covîrșitoare a fazei de concepție a modelului fizico-matematic, pe care se grefează întreaga analiză inginerească. Este foarte important ca în conceperea modelului, inventatorul să cunoască și să stăpînească diferențele dintre modelul elaborat și cazul real, gradul de compromis dintre simplitatea modelului — care asigură esențializarea și operativizarea analizei — și complexitatea strict necesară acestuia, care determină încrederea în rezultatele analizei.

Trebuie de asemenea precizat că există situații cînd, datorită complexității proceselor și fenomenelor, acestea nu pot fi modelate și îmbrăcate într-o haină matematică ; în aceste cazuri, pentru obținerea rezultatelor analizei inginerești, se apelează la metodologii experimentale.

9.3.1. Aproximările admise

Este evidentă imposibilitatea acoperirii integrale și precise de către model a soluției reale, întrucît modelul reprezintă nu numai o abstractizare ci se bazează și pe o serie de aproximații.

Gradul de aproximație admis depinde de condițiile concrete ale analizei inginerești, cum sînt :

— precizia cerută în ansamblu pentru analiză ;

— timpul pus la dispoziție pentru analiză ;

— importanța relativă a fiecărui parametru care influențează soluția de ansamblu.

Orientarea inventatorului în aceste condiții este destul de dificilă și depinde de pregătirea sa de bază, de specialitate și, în special, de experiența sa în concepție-proiectare.

În acest sens, de exemplu, o suprafață (perete) poate fi considerată adiabatică, dacă fluxul de căldură care trece prin aceasta este neglijabil în raport cu celelalte componente ale fluxului termic, fie ca urmare a faptului că este vorba de un regim staționar la un perete intens izolat termic, fie că este vorba de procese termice dezvoltate la viteze foarte mari, condiții în care în timpul corespunzător relativ redus pierderea de căldură prin perete este neglijabilă etc.

Sînt frecvente cazurile cînd gazul real este modelat prin cel ideal, supus legii pv=RT, de exemplu, la presiuni joase și temperaturi înalte în raport cu valorile corespunzătoare critice.

O grindă este considerată elastică, atunci cînd secțiunile plane transversale rămîn plane și după deformație, ceea ce, după cum se știe, este valabil pentru raporturile mici între grosimea și lungimea grinzii.

Multe mărimi fizice cum sînt : conductivitatea electrică, conductivitatea termică, capacitatea calorică, greutatea specifică, modulul de elasticitate, capacitatea de reflecție a căldurii, coeficientul de dilatare termică, inventatorul le consideră de regulă constante, dar trebuie să fie în același timp conștient și de faptul că toate aceste considerații reprezintă de fapt aproximații ; de exemplu, capacitatea de reflecție a metalelor este aproape proporțională cu temperatura absolută, iar conductivitatea și capacitatea termică sînt variabile cu temperatura etc.

În studiile dinamice ale procesului de așchiere, se consideră de regulă cazul static de echilibru al elementelor de așchie sub acțiunea forțelor exterioare (pe fața de așezare și de degajare) și a forțelor de legătură (între elementul de așchie și piesa prelucrată), neglijîndu-se forțele dinamice. La unele procese și scule moderne de așchiere, destinate vitezelor superînalte, forțe dinamice nu mai pot fi neglijate și, ca atare, în echilibrul elementului de așchie se va apela la principiul lui D'Alembert, în conformitate cu care, un caz de echilibru dinamic poate fi redus la un caz static, dacă la forțele statice se adaugă forțele de inerție.

Însăși procesul nu mai poate fi în acest caz modelat convențional, ca un proces discontinuu, ci va trebui adoptat un model hidrodinamic, întrucît datorită vitezelor foarte mari de deformație și a temperaturilor ridicate, comportarea așchiei este mai apropiată de cea a unui fluid, decît de cea a unui solid.

9.3.2. Estimarea ordinului de mărime în vederea aproximării

Pentru aproximările din cadrul modelării, sau pentru eliminarea totală din model a unor factori, este necesară cunoașterea ordinului de mărime a influenței acestor factori.

De regulă, ordinul de mărime al unui factor, sau al influenței sale se apreciază prin cifre multiple ale lui 10.

De exemplu, un anumit perete al unui rezervor se poate considera adiabatic, dacă se poate demonstra că fluxul termic F_a prin acesta este

de 10, 100, sau 1000 de ori mai mic decît fluxul termic F prin oricare din ceilalți pereți :

$$\frac{F_a}{F} = \frac{1}{10};\ \frac{1}{100};\ \frac{1}{1000}, \ldots$$

Raportul nu este necesar să se determine cu mare precizie ; nu are importanță dacă $\frac{F_a}{F}$ este $\frac{1}{80}$; $\frac{1}{100}$ sau $\frac{1}{120}$ ci numai ordinul de mărime $\frac{1}{100}$, ceea ce de exemplu în anumite ocazii este suficient pentru a considera peretele adiabatic.

De multe ori aprecierea ordinului de mărime se poate realiza prin descompunerea funcțiilor respective în serii și neglijarea termenilor mici.

De exemplu, în transmisia căldurii, funcția tipică $\frac{T}{T-\Delta T}$, în care T este temperatura, iar ΔT creșterea acesteia, poate fi descompusă în $\frac{T}{T-\Delta T} = \frac{1}{1-\Delta T/T} = 1 + \frac{\Delta T}{T} + \left(\frac{\Delta T}{T}\right)^2 + \ldots$ și ca urmare a faptului că $\left(\frac{\Delta T}{T} < 1,\right)$ iar $\left(\left(\frac{\Delta T}{T}\right)^2\right) \ll 1\Big)$ poate fi aproximată numai prin primii doi termeni :

$$\left(\frac{T}{T-\Delta T} \approx 1 + \frac{\Delta T}{T}\right)$$

9.3.3. Proiectarea, realizarea și experimentarea modelului

În cazurile cînd analiza inginerească comparativă pe modelul fizico-matematic al noii soluții în raport cu soluțiile cunoscute este prea dificilă, fie ca urmare a complexității, fie ca urmare a faptului că noua soluție este prea radicală, constituind o invenție de bază — o invenție pilot, este strict necesară proiectarea, realizarea și încercarea unui model experimental (funcțional). Modelul trebuie proiectat și executat operativ, dar cu suficientă atenție, pentru ca experimentarea să poată scoate în evidență, cel puțin calitativ, avantajele noii soluții.

Realizarea neglijentă a acestei faze poate conduce la rezultate slabe — demobilizatoare ; de aceea considerăm strict necesară prezența activă a inventatorului în proiectarea, realizarea și verificarea modelului experimental, ocazie deosebit de favorabilă și pentru îmbogățirea soluției de bază, funcție de noua experiență tehnologică acumulată.

Faza trebuie realizată suficient de rapid și operativ, pentru asigurarea desfășurării în ritm alert a întregului proces de creație și în același timp suficient de *riguros*, pentru a asigura elaborarea unor concluzii edificatoare și optimiste asupra noii soluții.

9.4. Aplicarea principiilor fizicii și culegerea datelor

Inventatorul trebuie nu numai să cunoască principiile fizice studiate în cadrul disciplinelor tehnice și de specialitate ci, în special, să se orienteze în alegerea principiilor celor mai adecvate în soluționarea problemelor inginerești concrete.

În toate cazurile, trebuie să se orienteze spre folosirea principiilor, legilor și regulilor fizice în forma lor cea mai simplă, pură și fundamentală.

Inventatorul trebuie să realizeze prin întreaga sa pregătire tehnico-științifică o bună corelare între simboluri și realități, între ecuații și principiile fizicii, între cunoaștere și înțelegere. Din păcate, mulți oameni cunosc simboluri și ecuații dar nu înțeleg — nu simt principiile și fenomenele care stau la baza acestora. De aceea, pentru evitarea în cea mai mare măsură a erorilor de interpretare în rezolvarea problemelor de analiză inginerească, se recomandă folosirea legilor fundamentale ale naturii și nu a legilor speciale, particulare. În acest sens, este recomandabilă folosirea directă a celei de a doua legi a staticii, a primei și a celei de a doua legi a termodinamicii, a legii conservării masei etc.

Este evident că și noțiunea de fundamental este relativă. După John Dixon [1], abordarea problemei folosirii principiilor fizicii poate fi de două feluri :

— abordare formală ;

— abordare conceptuală.

Ilustrativă în acest sens este problema unidimensională staționară a termoconductivității în condițiile lipsei unei surse interioare. Este în acest sens recomandabilă folosirea unei legi fundamentale, de tipul ecuației generale a conductivității a lui Fourier.

$$\alpha\nabla^2 T + \frac{G}{\rho C} = \frac{\partial T}{\partial t}$$

care, pentru cazul particular mult mai simplu enunțat anterior, devine :

$$\frac{d^2 T}{dx^2} = 0$$

O astfel de deducere a ecuațiilor concrete ale fizicii, pornind de la o relație generală — fundamentală cunoscută, înțeleasă și reținută, poartă denumirea de *abordare formală* a principiilor fizicii ale problemei de analiză.

S-a urmat calea : *relație generală — fenomen particular — relație particulară*. Este evident total neeconomică și nemetodică reținerea mulțimii relațiilor particulare, în loc de înțelegerea și reținerea unei relații fundamentale.

Dar la fel de eficientă poate fi și reținerea legilor fizice de bază și aplicarea acestora pentru cazul fenomenului particular, în vederea formulării matematice a acestuia ; în acest caz, se urmărește calea : *legea fizică generală — formularea sa matematică pentru cazul particular*. O astfel de abordare a problemei de analiză inginerească poartă denumirea de *abordare conceptuală*.

Dacă ne referim la problema precedentă, în cazul abordării conceptuale se aplică principiile mai generale de continuitate și prima lege a termodinamicii pentru un element diferențial dx,

$$dq_i = -cdA\frac{\partial T}{\partial x} \rightarrow dx \rightarrow dq_e = -cdA\frac{\partial T}{\partial x} - \frac{\partial}{\partial x}\left(-cdA\frac{\partial T}{\partial x}\right)dx$$

iar principiul bilanțului termic (principiul întîi al termodinamicii) va da,

$$-cdA\frac{\partial T}{\partial x} = -cdA\frac{\partial T}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x}\left(-cdA\frac{\partial T}{dx}\right)dx$$

În ipoteza că atît c, cît și A sînt constante, relația capătă forma simplificată cunoscută,

$$\frac{d^2T}{dx^2} = 0$$

Abordarea conceptuală este mai eficientă, întrucît permite o pătrundere mai profundă în problema de analiză, o mai bună înțelegere a legilor fizicii și a aproximărilor și neglijărilor folosite. În afară de aceasta, în rezolvarea unor probleme cu totul noi, la deducerea relațiilor și rezolvarea unor astfel de probleme, cînd principiul fizic general este aplicabil dar relația formală nu se potrivește, inventatorul care trebuie să rezolve problema se află într-o situație favorabilă.

În mod similar, în hidrodinamică, în locul folosirii ecuației formale Navier-Stock, folosirea conceptuală a celei de a doua legi a lui Newton la cercetarea elementului diferențial al fluidului, sau în dinamică, în locul folosirii ecuației formale a lui Lagrange, folosirea conceptuală a legii fundamentale F = ma etc. sînt de multe ori mai eficiente.

Aceasta nu înseamnă însă că trebuie absolutizată abordarea conceptuală, întrucît și abordarea formală are un avantaj hotărîtor în raport cu cea conceptuală, — avantajul operativității, ceea ce în inventică este de maximă importanță.

Inventatorul trebuie să aibă abilitatea de a folosi cu discernămînt ambele sisteme de abordare a principiilor fizice ale obiectului creației proprii.

În aplicarea principiilor fizicii, de maximă importanță este alegerea și folosirea corectă a celor două sisteme de coordonate de bază, *Lagrange*, la care originea este legată de un punct material concret, iar sistemul se mișcă o dată cu acesta, sau *Euler*, cu originea și axele de coordonate fixate în spațiu.

Ambele sisteme, în cazul unei folosiri corecte, dau rezultate corecte, dar după trasee de lungimi și complexități diferite. Abilitatea inventatorului constă tocmai în alegerea celui mai potrivit sistem în raport cu scopul analizei inginerești.

Cel care rezolvă problema de analiză trebuie să cunoască și să mînuiască cu pricepere și alte concepte fizice de bază, cum sînt : conservarea masei, cantității de mișcare, energiei, entropiei, legea Newtoniană a mișcării etc.

În structura noii soluţii elaborate sînt cuprinse de regulă mai multe probleme de analiză inginerească şi, implicit, mai multe modele şi principii fizice de aplicare. Chiar şi la un obiect al creaţiei aparent simplu, cum este o sculă aşchietoare, se pun probleme multiple de elaborare a modelelor fizico-matematice şi a principiilor fizice de aplicat.

În acest sens, noua soluţie va fi supusă unei analize critice comparative, în raport cu soluţia convenţională, în special sub următoarele aspecte :

— Analiza materialelor din structură şi a tratamentelor termice — a tehnologicităţii acestora.

— Analiza geometriei constructive obţinute prin optimizarea prealabilă prin extrapolare-asimilare a geometriei funcţionale, pe baza relaţiilor care leagă unghiurile constructive de cele funcţionale ; vor fi supuse verificării, pe baza unghiurilor constructive optime astfel adoptate şi a relaţiilor de legătură [5], abaterea unghiurilor funcţionale în raport cu cele optime, în punctele „critice“ ale tăişului noii scule (în special la sculele profilate, în punctele cu $K = 90°$, în care unghiurile de aşezare funcţionale se anulează, sau devin exagerat de mici).

— Analiza soluţiei de ansamblu sub aspectul principalelor criterii de optimizare ; proiectantul se poate rezuma numai la analiza soluţiei de ansamblu, întrucît partea aşchietoare este în această fază deja optimizată. Noua soluţie se analizează sub aspectul rezistenţei la uzură, al durabilităţii efective, a capacităţii şi calităţii suprafeţei prelucrate.

— Analiza rezistenţei şi a fiabilităţii ; vor fi supuse verificării de rezistenţă-rigiditate, dintele, corpul, partea de poziţionare-fixare, iar la sculele armate cu carburi metalice sinterizate, sau cu materiale mineralo-ceramice şi partea aşchietoare. Indicii şi parametrii fiabilităţii nu pot fi decît evaluaţi în comparaţie în această fază de realizare a programului.

— Analiza capacităţii canalelor de a cuprinde şi evacua aşchiile degajate.

— Analiza tehnologicităţii diferitelor componente şi a soluţiei de ansamblu, precum şi a schemei de restabilire a calităţilor aşchietoare.

— Analiza preţului de cost al construcţiei şi al celui de exploatare.

Atunci cînd, prin aplicarea principiilor fizicii aşchierii, nu se poate ajunge la concluzii edificatoare, ca urmare în special a faptului că noua soluţie are un caracter radical, se trece la realizarea şi încercarea modelului experimental. Încercările şi datele culese se referă la rezistenţa la uzură şi durabilitatea efectivă, la forţele şi momentele de aşchiere, la precizia şi calitatea suprafeţei aşchiate, la unii indici de fiabilitate, de comoditate în exploatare, timpi de restabilire a calităţilor aşchietoare etc. Evident că pentru culegerea unor astfel de date, inventatorul trebuie să aibă la dispoziţie în atelierul de prototipuri-încercări, sau în laboratorul uzinal, aparatura necesară studiului uzurii, dinamometre şi aparatură pentru vibraţii, rugozimetre etc. şi să cunoască metodologia generală a experimentului în domeniu. Dat fiind timpul de regulă scurt în care trebuie să-şi prezinte concluziile, inventatorul de noi scule aşchietoare trebuie să facă apel şi la metode rapide de investigare, în special în ceea ce priveşte culegerea datelor de uzură-durabilitate, folosind „forţarea“ regimurilor de aşchiere.

9.5. Calculele și verificarea acestora

Pentru a obține datele cantitative-cifrice, proiectantul, fie că folosește principiile fizico-matematice, fie datele practice obținute pe modelul experimental, trebuie să apeleze la metodele analitice, grafice, sau grafo-analitice de calcul sau de prelucrare matematică a datelor experimentale. În general, metodele analitice de calcul se caracterizează printr-o precizie înaltă, dar sînt uneori și deosebit de laborioase, în timp ce metodele grafice sînt expeditive și sugestive, dar de regulă lipsite de precizie. Iată din ce cauză, în această etapă, subordonată criteriului operativității, se preferă metodele grafice, iar în cazurile cînd precizia înaltă cerută nu permite aceasta, se apelează la metodele analitice cu aportul calculatorului electronic. Pentru prelucrarea matematică a datelor experimentale obținute pe model, în afară de metodele obișnuite, (liniarizare în coordonate logaritmice, metoda celor mai mici pătrate etc.), se procedează uneori și la analiza statistică, sau la analiza dimensională.

Verificările, care trebuie efectuate și în celelalte faze, ca o preocupare permanentă, se referă la structura corectă a relațiilor matematice, dacă acestea sînt corespunzătoare din punct de vedere dimensional, dacă îmbracă corect fenomenele fizice. În acest sens, trebuie verificate limitele mărimilor fizice ; dacă o mărime fizică îmbrăcată în haină matematică, pe baza legilor fizicii, tinde spre anumite limite (o anumită valoare, infinit sau zero), trebuie verificat dacă acest lucru se întîmplă și pe baza relațiilor analitice. Trebuie de asemenea verificat dacă toți parametrii care influențează fenomenul, mărimea, sau procesul fizic, sînt cuprinși în relația de calcul, dacă în general rezultatul calculului este rațional.

Verificările calculelor sînt deosebit de eficiente și de importante, întrucît este mult mai ușor de remediat o greșeală de calcul „pe hîrtie“ decît într-o fază ulterioară, avansată.

9.6. Evaluarea și generalizarea noii soluții. Prezentarea rezultatelor și a recomandărilor

După obținerea rezultatelor analitice și experimentale, acestea trebuie interpretate și evaluate, în special prin comparație cu soluțiile cele mai moderne din domeniu. În acest scop, se poate folosi metoda „deciziei impuse“ prezentate în cap. 6 al prezentei lucrări. Noua soluție este comparată cu soluțiile existente, pe baza tabelului de ponderare și ordonare a criteriilor de optimalitate și a realizării unui tabel de ponderare a soluțiilor existente împreună cu noua soluție, precum și a unui tabel de determinare a numerelor valorice, prin intermediul căruia se stabilește ordinea valorică generală a soluțiilor, în care, evident, primul loc trebuie să-l ocupe noua soluție.

Trebuie precizat de asemenea că performanțele obținute pe modelul experimental, cu toate că sînt mai convingătoare decît cele obținute exclusiv prin calcul comparativ, sînt inferioare celor care se vor obține pe prototipul industrial și pe produsul de serie, ca urmare a faptului că modelul experimental este proiectat și executat operativ și nu este opti-

mizat decît prin calcul și prin extrapolarea unor date experimentale cunoscute de la tipurile constructiv-funcționale existente. Iată din ce cauză, pentru susținerea mai convingătoare a noii soluții, se procedează uneori la o adîncire a optimizării, încă din faza de experimentare a modelului.

Argumentația pentru susținerea noii soluții trebuie să fie elaborată cu multă grijă, cît mai concis și clar, astfel încît cititorul, sau cei cărora le este prezentată, să o poată înțelege ușor și rapid. Greșelile de formulare și cele gramaticale contribuie la pierderea încrederii în autorul acestora și uneori chiar la respingerea ideii.

Prezentarea și susținerea ideii este util să fie însoțită de recomandări de perfecționare pentru etapele superioare ale sintezei inginerești și de eventualele propuneri de generalizare, care, evident, sporesc valoarea noii soluții.

9.7. Brevetarea

Dacă rezultatele etapelor și fazelor precedente ale analizei inginerești sînt pozitive, obiectul proiectării creative are atributele necesare caracterizării ca invenție, adică, noutate absolută pe plan mondial, caracter tehnic-aplicativ, superioritate față de soluțiile cunoscute.

Dat fiind faptul că prin creșterea nivelului de dezvoltare a științei și tehnicii, probabilitatea apariției simultane, sau apropiate în timp, a unei noi idei viabile crește, este strict necesar ca noua soluție elaborată și verificată să se breveteze.

În general, înregistrarea la Oficiul de Stat pentru invenții și Mărci trebuie operată în momentul cînd ideea este formulată și precizată în așa măsură, încît proiectantul poate redacta descrierea acesteia în conformitate cu normele interne și internaționale de redactare a descrierilor de invenții, fiind convins de viabilitatea și eficiența acesteia.

O descriere de invenție are următoarea structură : titlul, fraza introductivă de precizare și localizare a titlului, prezentarea stadiului actual al tehnicii în domeniu, cu precizarea acelor lipsuri care sînt remediate prin soluția proprie, enunțul de principiu, în care se prezintă principial modul original de remediere a lipsurilor și din care să se poată formula ulterior revendicările, descrierea detaliată a soluției și desenele explicative, redactate astfel încît un specialist să le poată reproduce fizic pe baza unui proiect propriu, enunțarea argumentată a avantajelor și prezentarea revendicărilor — a contribuțiilor personale, probleme care sînt expuse detaliat în cap. următor.

9.8. Exemplu de analiză inginerească în construcția de mașini

9.8.1. Problema generală

În schema cinematică și de ansamblu a unei noi mașini rapide de găurit s-a propus înlocuirea transmisiei dințate, zgomotoase, printr-o transmisie liniștită, prin curea lată. Modelul experimental, la care trans-

misia prin curea a fost sumar calculată cu ajutorul cunoscutei relații a lui Euler $T_1 = T_2 e^{\mu\alpha}$, (în care T_1 este forța din ramura care se desfășoară, T_2 forța din ramura care se înfășoară, e, baza logaritmilor naturali, μ coeficientul de frecare, iar α unghiul de cuprindere) s-a constat că lucrează liniștit, corespunzător scopului, iar cureaua se rupe prea repede.

9.8.2. Precizarea problemei de analiză

Să se precizeze cauza ruperii și modul de eliminare a acestui neajuns. Pentru aceasta va trebui elaborat un model fizico-matematic mai riguros decît modelul idealizat a lui Euler (fir perfect flexibil, inextensibil și imponderabil). Va trebui luat în considerație un fenomen neglijat, forța centrifugă, care în condițiile specifice de mare viteză a noii soluții, s-ar putea să nu mai poată fi neglijată.

9.8.3. Elaborarea modelului fizico-matematic și aplicarea principiilor fizicii

În cazul unei *abordări conceptuale* se vor folosi numai legile de bază ale mecanicii, în conformitate cu care forța de frecare este egală cu forța normală la suprafața de frecare înmulțită cu coeficientul de frecare, iar forța centrifugă este egală cu masa înmulțită cu accelerația centrifugă.

Modelul fizico-matematic este ușor de conceput sub forma unui element de curea, separat, în sistemul de coordonate intrinsec — Lagrange, aflat în echilibru sub acțiunea unor forțe exterioare și de legătură (fig. 9.6.).

Pe direcția radială se vor distinge următoarele forțe :

dN — reacțiunea normală dintre curea și șaibă ;

$\frac{qV^2}{r_g} r d\theta$ — forța centrifugă elementară, în care $\frac{V^2}{r}$ este accelerația centrifugă, g — accelerația gravitației, $rd\theta$ — lungimea elementului de curea, iar q — greutatea specifică a curelei ; $F \sin \frac{d\theta}{2} + (F+dF) \sin \frac{d\theta}{2} \approx F d\theta$ componentele forței de tracțiune pe direcție radială, iar pe direcție tangențială forțele :

μdN — forța elementară de frecare,

$F \cos \frac{\theta}{2} - (F+dF) \cos \frac{\theta}{2}$, componentele tangențiale ale forțelor de tracțiune pe elementul de curea.

Ecuația de echilibru pe direcția radială dă :

$$dN + \frac{dV^2}{g} d\theta - F d\theta = 0 \text{ sau } dN = F - \frac{qV^2}{g}\Big) d\theta \ldots \qquad 9.1$$

iar pe direcție tangențială,

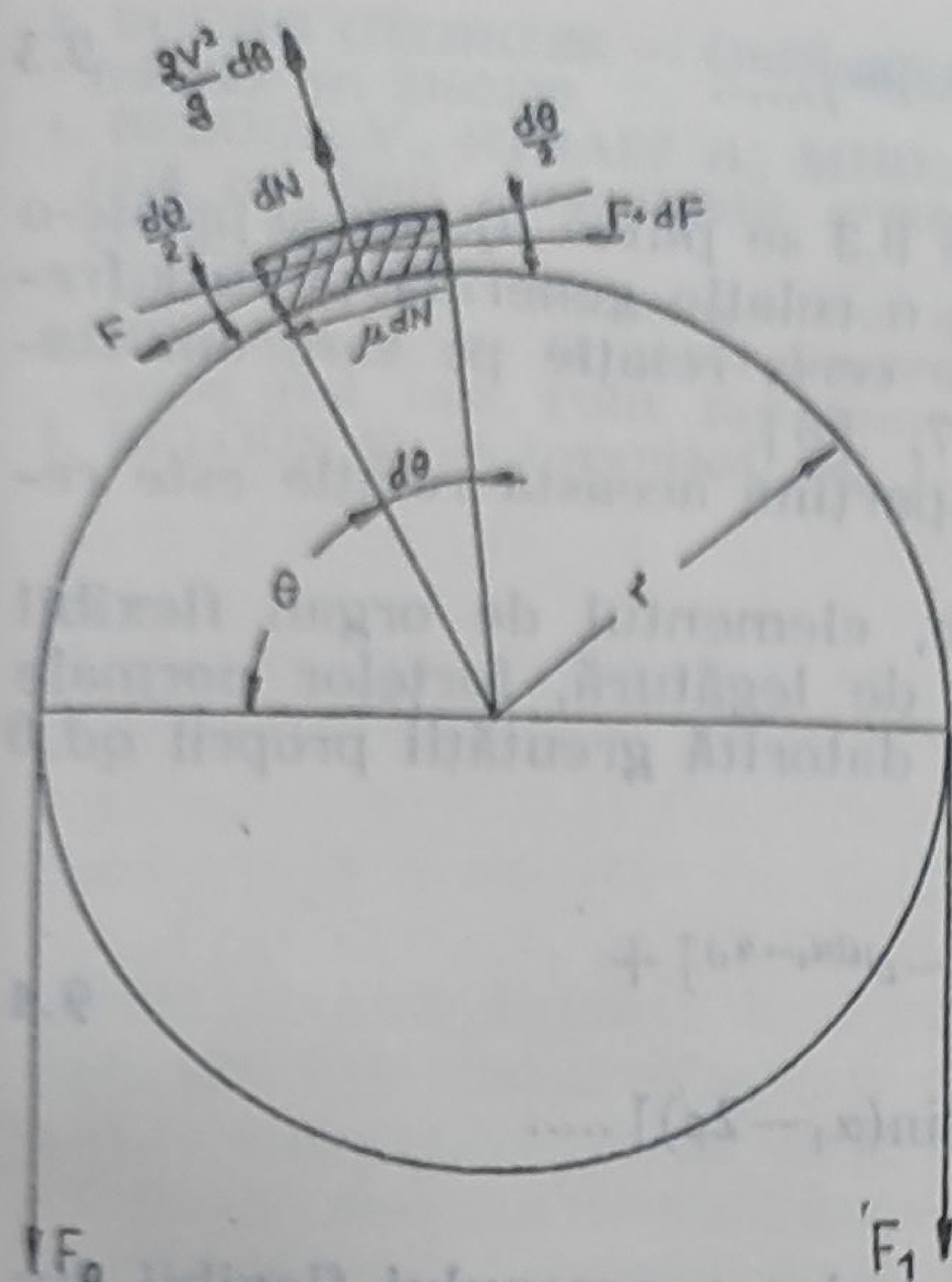


Fig. 9.6.

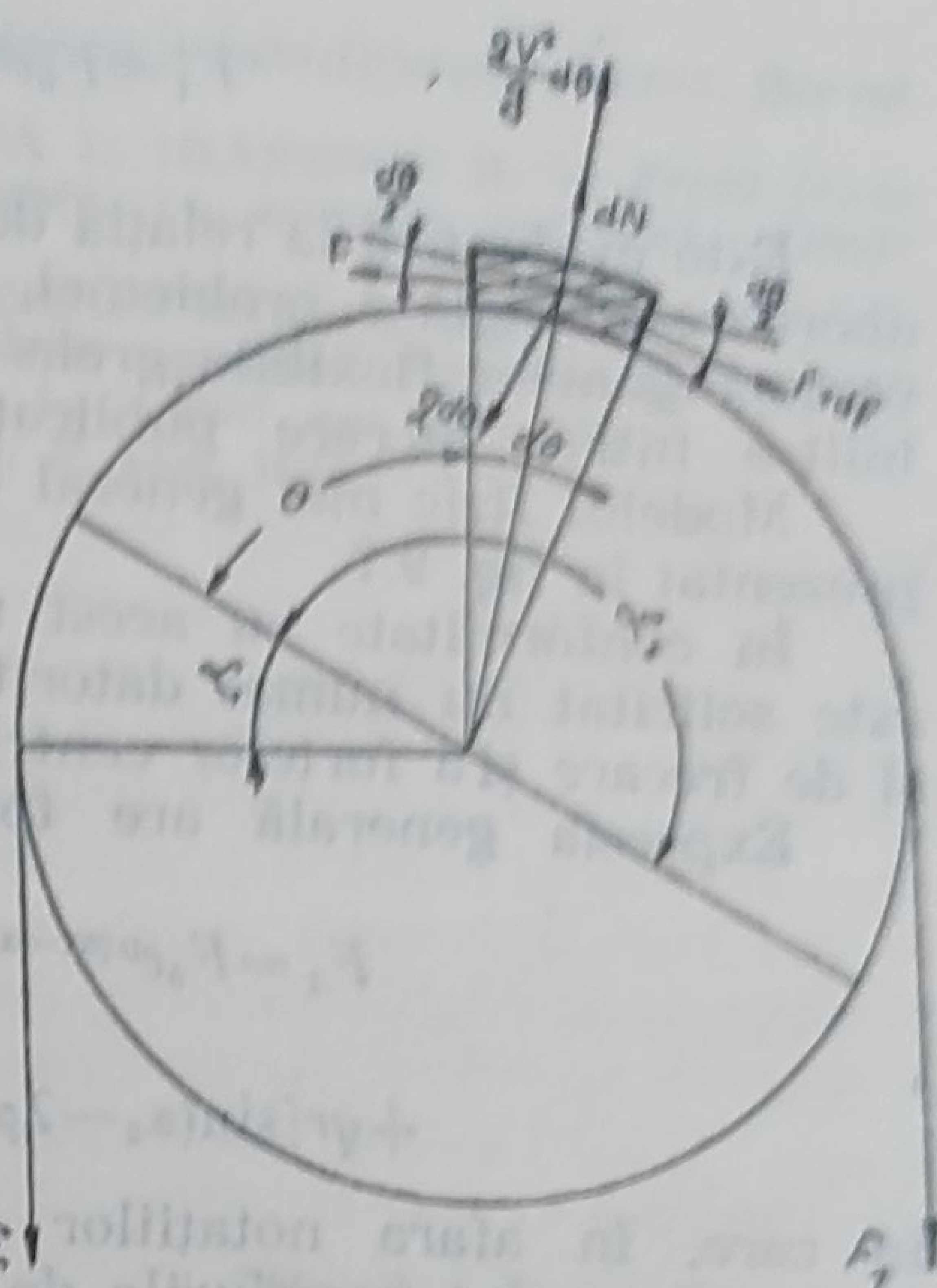


Fig. 9.7.

$$F\cos\frac{\theta}{2}-(F+dF)\cos\frac{\theta}{2}+\mu dN=0$$

sau, cu aproximație,

$$\mu dN \approx dF \;\ldots\ldots \qquad 9.2$$

Raportînd relațiile 9.1 și 9.2 și integrînd, se obține :

$$\mu=\frac{dF}{\left(F-\frac{qV^2}{g}\right)d\theta}$$

$$\mu\int_0^{\alpha} d\theta=\int_{F_0}^{F}\frac{dF}{F-\frac{qV^2}{g}}$$

$$\mu\alpha=L\,\frac{F_1-\frac{qV^2}{g}}{F_0-\frac{qV^2}{g}}$$

sau,

$$\frac{F_1-\frac{qV^2}{g}}{F_0-\frac{qV^2}{g}}=e^{\mu\alpha}$$

sau,

$$F_1 = F_0 e^{\mu\alpha} + \frac{qV^2}{g}(1 - e^{\mu\alpha}) \ldots\ldots \quad 9.3$$

Este evident că la relația de verificare 9.3 se putea ajunge și printr-o abordare formală a problemei, apelînd la o relație generală pentru frecarea organelor flexibile grele pe arce de cerc, relație pe care am stabilit-o într-o lucrare publicată în 1957. [6].

Modelul fizic mai general căruia îi aparține această relație este reprezentat în fig. 9.7.

În conformitate cu acest model fizic, elementul de organ flexibil este solicitat nu numai datorită forțelor de legătură, forțelor normale și de frecare și a forțelor centrifuge, ci și datorită greutății proprii $qd.\theta$

Expresia generală are forma :

$$F_1 = F_0 e^{\mu(\alpha_2 - \alpha_1)} + \frac{qV^2}{g}[1 - e^{\mu(\alpha_2 - \alpha_1)}] + \quad 9.4$$

$$+ qr[\sin(\alpha_2 - 2\rho) - e^{\mu(\alpha_2 - \alpha_1)}\sin(\alpha_1 - 2\rho)] \ldots\ldots$$

în care, în afara notațiilor cunoscute,

α_1 și α_2 sînt unghiurile de intrare și ieșire a organului flexibil din zona curbilinie, măsurate după următoarea regulă : dacă sensul deplasării relative a organului flexibil este cel trigonometric, originea unghiurilor este cea trigonometrică, iar în caz contrar, decalată cu 180°.

ρ = artg μ — este unghiul de frecare.

Această relație, cu trei componente de bază, ține seama de trei fenomene :

— prima componentă (statică) este datorată înfășurării ;

— a doua componentă dinamică este datorată forței centrifuge ;

— a treia componentă (statică) datorată greutății proprii a organului flexibil.

Este evident că în cazul problemei concrete de analiză, cea de a treia componentă poate fi neglijată, întrucît cele cîteva grame ale curelei nu pot influența sensibil static forța în ansamblu și nici rezistența acesteia. Dimpotrivă, componenta centrifugală, datorită vitezelor mari de rotație, va trebui să fie luată în considerație.

Prin eliminarea celei de a treia componente, se ajunge la relația particulară 9.3, obținută anterior prin abordare conceptuală.

Prin calculele amănunțite bazate pe această relație s-a constatat că membrul doi, care ține seama de forța centrifugă, ajunge pentru condițiile concrete ale problemei să reprezinte peste 30% din forța totală, iar cauzele rapidelor deteriorări ale curelei s-au datorat modelării fizico-matematice incorecte, folosind relația simplă a lui Euler.

BIBLIOGRAFIE

1. DIXON JOHN — *Design Engineering. Inventiveness, Analysis and Decision Making.* Mc.Graw-Hill Boock Co, 1966.
2. KICIKIN I. I. — *Patentnîe Issledovaniia pri kursovom i diplomnom proiektirovanii v vîsșih ucebnîh zavedeniiah.* Moskva, Vîssaia școla, 1979.

3. BOURG GEORGES — *Outil coupant de revolution à lubrification interne*. Brevet francez nr. 2460172.
4. BELOUS V., STRAIT R., MIREA C., MUSCĂ I., IBĂNESCU R. — *Freză frontală cu dinți demontabili armați prin brazare, cu ascuțire continuă*. Dosar OSIM 103915.
5. BELOUS V. — *Sinteza sculelor așchietoare*, Editura Junimea, Iași, 1980.
6. BELOUS V. — *O generalizare a legii frecării organelor, flexibile în porțiuni curbe*. Bul. Inst. Polit. Iași, tom. 3 (VII) fasc. 1—2, 1957, pp. 195—202.
7. BELOUS V. — *Inventica*, vol. I, Rotaprint, I. P. Iași, 1984.

CAPITOLUL X

ELABORAREA DESCRIERILOR DE INVENȚII

Elaborarea descrierilor invențiilor reprezintă o etapă de bază a inventicii, etapă în care, în conformitate cu normele interne și internaționale, inventatorul redactează actul tehnico-juridic de protejare a creației proprii, de asigurare a priorității mondiale a acesteia. Descrierea trebuie bine gîndită în toate detaliile și redactată în conformitate cu reglementările în vigoare, tratarea neatentă a acestei etape putîndu-l costa mult moral și material pe inventator.

Întrucît descrierile de invenții capătă o ținută specifică funcție de tipul acestora, este necesară o definire prealabilă și o clasificare a invențiilor.

10.1. Definirea invenției

În conformitate cu legislația românească [1], de acord și cu legislația majorității țărilor dezvoltate industrial, *constituie invenție creația științifică sau tehnică care reprezintă noutate și progres față de stadiul cunoscut al tehnicii mondiale, care nu a mai fost brevetată, sau făcută public în țară sau străinătate, reprezintă o soluție tehnică și poate fi aplicată pentru rezolvarea unor probleme din economie, știință, ocrotirea sănătății, apărarea națională, sau în orice alt domeniu al vieții economice și sociale.*

Prin urmare, invenția este caracterizată prin trei atribute fundamentale :

— caracter tehnic-aplicativ,
— noutate față de stadiul actual mondial al tehnicii,
— progres față de stadiul actual al tehnicii.

Invenția trebuie să fie tehnică, întrucît aceasta trebuie să reprezinte o soluție practică pentru satisfacerea unei anumite cerințe ale economiei, științei, ocrotirii sănătății sau în orice alt domeniu social. I se spune *tehnică*, deoarece reprezintă [2] rezultatul gîndirii sintetizat prin raționamente, bazate pe legile universale ale științei, realizabilă în stare fizică, după ce a trecut sau nu prin forma de text și schițe, cu ajutorul îndemînării și priceperii umane, în colaborare cu mijloacele de producție specifice obiectului soluției. Obiectul soluției tehnice poate fi

un procedeu, o metodă, un mijloc, un produs, cu soluții simple și combinații ale acestora în cazul soluțiilor complexe, care nu contravin legilor, regulilor de conviețuire socială, sau care prin aplicarea lor nu ar afecta negativ dezvoltarea socială. Nu sînt soluții tehnice acele rezolvări în care elementul creației este de altă natură decît tehnică, cum ar fi, pur științifică, pur financiară, pur organizatorică sau pur didactică.

Soluția dată problemei propuse spre rezolvare trebuie să fie completă și concretă, să asigure punerea în operă a problemei, cu rezultate corespunzătoare, de către tehnicieni cu preocupări în domeniul aferent, să fie fezabilă. Simpla enunțare a temei, a scopului, a avantajelor, sau înșiruirea simplă a fazelor operațiilor sau componentelor, fără legătura constructivă și funcțională între acestea, precum și o rezolvare incompletă a problemei nu sînt considerate soluții tehnice în sensul legii.

Prin urmare, atributul de tehnic are drept consecință firească — atributul de aplicativ, cu care se asociază. Există evident și invenții cu aplicativitate în perspectivă apropiată, pentru care se pot elibera brevete, cu toate că un specialist nu le poate reproduce imediat.

Pentru asigurarea atributului de noutate, este necesar ca fazele și operațiile procedeului sau metodei, componentele constructiv-funcționale ale mijlocului — mașină, dispozitiv, aparat, agregat, instalație etc. — sau elementele constitutive, forma, proporția componentelor, produsului din soluția propusă, să se deosebească de similarele sale din soluțiile cunoscute anterior care formează stadiul mondial al tehnicii în domeniul respectiv și să nu fi fost în prealabil dezvăluită. Deosebirile trebuie să fie esențiale, originale, să genereze efecte tehnice noi.

În cazul unui proces de inventare organizat, căruia îi este destinată această lucrare, în faza de redactare a descrierii, inventatorul posedă deja toate datele comparative formulate pe baza tehnicii deciziei impuse, pentru a fundamenta calitativ și cantitativ progresul tehnic promovat de soluția proprie.

10.2. Clasificarea invențiilor

În afară de clasificările metodice-formale ale invențiilor după sistemul zecimal, internațional, german etc. folosite în special pentru organizarea depozitelor de brevet, brevetotecilor și a căutărilor corespunzătoare (prezentate în capitolul 6) invențiile se pot clasifica după structură, după natura problemei rezolvate, funcție de dependența acestora față de stadiul actual general al cunoașterii, funcție de aspectul concret al implicării noutății etc.

În acest sens, *după structură*, invențiile pot fi :

— *simple*, avînd la bază un obiect unitar — un procedeu, o metodă, un mijloc, sau un produs ;

— *complexe*, avînd la bază un obiect combinat — din procedeu și mijloc, din metodă și mijloc (aparat), din procedeu și produs, sau din procedeu, mijloc și produs, cu condiția ca ansamblul să fie unitar.

La invențiile complexe, elementele componente pot constitui obiectul unei invenții unitare, atunci cînd la realizarea scopului propus con-

tribuie inventiv, interdependent, toate componentele și sînt proprii numai acestui scop. [2].

Funcție de dependența lor față de stadiul actual al cunoașterii, invențiile se subîmpart în [3] :

— *invenții pionier*, care rezolvă pentru prima dată o problemă economică-socială, marcînd un salt calitativ major în cunoașterea problemei de rezolvat, constituind baza de plecare pentru noi invenții în legătură cu problema deja rezolvată (primul motor cu explozie, primul avion, prima instalație laser etc.) ;

— *invenții obișnuite*, care reprezintă mici salturi calitative în mijloacele de soluționare a unei probleme economice-sociale deja rezolvată anterior prin alte invenții (diferite perfecționări a elementelor constituiente a motoarelor cu explozie, ale avionului, ale instalațiilor laser).

Funcție de gradul de interdependență a invențiilor, unele față de altele, se pot distinge :

— *invenții principale*, independente, care se pot aplica fără încălcarea vreunei invenții anterioare, sau fără combinarea cu acestea ;

— *invenții complementare*, dependente, care nu se pot aplica decît în combinație cu cel puțin o invenție anterioară, considerată principală. Deși dependența rămîne permanentă, caracterul de complementaritate se păstrează numai pînă la expirarea valabilității brevetelor invențiilor de bază.

Funcție de aspectul concret al implicării noutății, se pot distinge următoarele tipuri de invenții :

— invenții rezultate în urma sintezei a cel puțin două soluții cunoscute ;

— invenții rezultate prin modificările dimensionale care conduc la mutații calitative ;

— invenții rezultate în urma creării de noi funcționalități ;

— invenții rezultate în urma înlocuirii materialelor ;

— invenții rezultate în urma înlocuirii unui element din ansamblu;

— invenții rezultate în urma modificării compoziției chimice, sau a proporțiilor de combinare ;

— invenții rezultate în urma modificării unor parametri tehnologici ;

— invenții rezultate în urma modificării ordinii de succesiune a fazelor într-un procedeu tehnologic ;

— invenții rezultate prin modificarea schemei de principiu caracteristice (cinematice, hidraulice, electronice, de automatizare, fluidice).

Funcție de obligațiile contractuale ale inventatorilor se pot distinge ;

— invenții de serviciu, care se realizează în cadrul unei munci salariate ;

— invenții libere, care se realizează în afara obligațiilor contractuale din proprie inițiativă.

Funcție de dreptul de proprietate asupra obiectului invenției se pot distinge ;

— invenții libere proprii, cînd titularul de brevet este inventatorul sau solicitantul (individual sau colectiv) ;

— invenții cesionate statului, voluntar, sau în virtutea legii, cînd invenția a rezultat ca urmare a unei activități contractuale.

10.3. Normele de redactare a descrierilor de invenţii

Normele R.S.R., de redactare a descrierilor de invenţii, aprobate de către Consiliul Naţional pentru ştiinţă şi tehnologie la 4 martie 1977 [4], conţin următoarele capitole (prezentate integral, cu excepţia capitolului 3) : ·

I. Noţiuni generale :

II. Redactarea generală a descrierilor de invenţii ;

III. Redactarea descrierilor de invenţii din domenii cu caracter special ;

IV. Redactarea rezumatului descrierii de invenţie ;

V. Condiţiile de întocmire şi înregistrare a descrierii de invenţie :

— descrierea, revendicările, rezumatul ;

— întocmirea desenelor.

Prezentarea integrală a acestor norme în lucrarea de faţă o considerăm strict necesară, pentru a-l putea înarma pe inventator cu tehnica descrierilor, cunoscut fiind faptul că unul din factorii gnoseologici inhibanţi în creaţie rezidă tocmai în necunoaşterea tehnicii redactării descrierilor de invenţie. Inventatorul, pentru a fi un adevărat inventator, trebuie să devină, în acelaşi timp, propriul său agent de brevete. Este posibil ca pentru prima descriere să-i fie necesare cîteva săptămîni de muncă, dar este sigur că, după 5—10 descrieri, timpul redactării se va reduce la numai cîteva ore, nemaiprezentînd un obstacol demn de luat în consideraţie pe traseul inventicii.

I. NOŢIUNI GENERALE

1. Descrierea invenţiei constituie documentaţia tehnică principală, pe baza căreia organizaţiile socialiste din Republica Socialistă România, inventatorii români, precum şi solicitanţii din străinătate, obţin protecţia prin brevet de invenţie pentru o creaţie ştiinţifică sau tehnică, care, în conformitate cu prevederile art. 10 din Legea nr. 62/1974 privind invenţiile şi inovaţiile, prezintă noutate şi progres tehnic faţă de stadiul cunoscut al tehnicii mondiale, nu a mai fost brevetată sau făcută public în ţară sau străinătate, reprezintă o soluţie tehnică şi poate fi aplicată pentru rezolvarea unor probleme din economie, ştiinţă, ocrotirea sănătăţii, apărarea naţională sau în orice alte domenii ale vieţii economice.

2. Prin înregistrarea la Oficiul de Stat pentru invenţii şi mărci (OSIM) a cererii de brevet de invenţie, însoţită de documentaţia tehnică necesară brevetării, care conţine ca document principal descrierea invenţiei, se constituie depozitul reglementar, care asigură solicitantului dreptul de prioritate, cu începere de la data constituirii depozitului, faţă de orice alt depozit privind aceeaşi invenţie.

3. După constituirea depozitului reglementar, descrierea invenţiei poate fi modificată de solicitant sau din oficiu, fără a se modifica esenţa invenţiei şi fără a depăşi cadrul soluţiei tehnice pentru care s-a solicitat protecţia.

4. În cazul în care după constituirea depozitului reglementar solicitantul aduce modificări soluţiei tehnice, modificări care depăşesc cadrul soluţiei tehnice iniţiale, acestea pot forma obiectul unei sau a mai multor cereri de brevete de invenţie separate, principale sau complementare.

5. Descrierea trebuie să conţină o singură invenţie. Se admit într-o descriere prezentarea mai multor variante de rezolvare ale aceleaşi probleme tehnice, dacă

acestea se bazează pe aceeași idee inventivă și este respectat principiul unității invenției.

Se admit de asemenea într-o descriere invențiile complexe ce se referă la procedeu și instalație, metodă și aparat, procedeu — instalație-produs etc., dacă ansamblul acestora se condiționează reciproc și conlucrează la soluționarea problemei tehnice propuse, cu condiția respectării, de asemenea, a principiului unității invenției.

6. Brevetarea și valorificarea invențiilor românești în alte state, cu beneficiul priorității convenționale, așa cum rezultă din art. 4 al convenției de la Paris pentru protecția proprietății industriale, ratificată de România prin Decretul nr. 11077 din 30.12.1968, se face în limita soluției tehnice descrise în depozitul reglementar constituit în România la Oficiul de stat pentru invenții și mărci și confirmată prin certificate de prioritate.

7. Respectarea normelor de redactare a descrierilor de invenție este impusă și de faptul că în toate țările, legislațiile de invenții sau instrucțiunile aferente prevăd exigențe atît în ceea ce privește fondul unei descrieri de invenții, cît și în ceea ce privește forma de redactare și de întocmire a desenelor explicative.

Exigențele de fond precizează că descrierea trebuie astfel întocmită încît din cuprinsul ei să rezulte că obiectul invenției este realizabil și că prezintă elemente de noutate, conturîndu-se soluția nouă din cele existente. Conform acestei restricții, solicitantul brevetului, în cuprinsul descrierii, trebuie să expună, în afara ideii directoare a invenției și soluția problemei tehnice, aceasta în scopul delimitării ariei protecției solicitate, pe de o parte, și a permite brevetului să-și execute funcția de protecție pentru soluția tehnică conținută, pe de altă parte. Astfel, în cazul în care o mașină sau o instalație se exportă ca atare, iar descrierea nu asigură protecția integrală a obiectului respectiv, acesta va putea fi reprodus de către terți, fără a se putea interzice contrafacerea.

Exigențele de formă se referă la structura generală a unei descrieri de invenție, a revendicărilor de noutate, a rezumatului invenției, precum și a desenelor, în cazul în care acestea sînt necesare.

II. REDACTAREA GENERALĂ A DESCRIERILOR DE INVENȚIE

8. (1). Descrierea invenției trebuie să redea în mod clar și precis contribuția originală adusă de autor la soluționarea problemei tehnice propuse, delimitînd această contribuție în raport cu stadiul cunoscut al tehnicii din domeniul de aplicare al invenției.

(2). Textul descrierii invenției cuprinde următoarele capitole care se expun succesiv, în ordinea indicată mai jos, fără folosirea de subtitluri intermediare :

— titlul invenției ;

— prezentarea problemei pe care o rezolvă invenția cu precizarea domeniului tehnic la care se referă aceasta ;

— prezentarea stadiului cunoscut al tehnicii, în problema care face obiectul invenției, cu mențiunea dezavantajelor soluțiilor cunoscute ;

— prezentarea generală a soluției tehnice a invenției cu indicarea mijloacelor care elimină dezavantajele soluțiilor cunoscute ;

— prezentarea pe scurt a figurilor explicative (dacă este cazul) ;

— prezentarea unuia sau a mai multor exemple de realizare a invenției ;

— prezentarea avantajelor rezultate din aplicarea invenției.

La finele descrierii, într-un capitol intitulat „Revendicări", se scoate în evidență aportul creator al invenției.

9. *Titlul invenției*

(1) Titlul trebuie să conțină o formulare clară și concisă a problemei pe care o rezolvă invenția, fără divulgarea soluției tehnice care constituie însăși obiectul invenției.

(2) Titlul se prezintă prin noțiuni generice și cunoscute, în formă nearticulată (de exemplu : Aparat, Dispozitiv, Instalație, Procedeu etc.) fără indicații de detaliu, dar suficient conturate pentru a reda just obiectul invenției și a permite stabilirea domeniului de specialitate și clasificarea corectă a acesteia.

(3) La formularea titlului se folosesc numai noțiuni cunoscute specialiștilor, exprimate corect din punct de vedere științific sau tehnic.

(4) Titlul invenției va fi identic cu titlul înscris în cererea de brevet de invenție. În procesul de examinare, titlul poate fi modificat numai pe baza hotărîrii comisiei de invenții.

(5) Titlul unei invenții complementare este de regulă identic cu cel al invenției principale. În unele cazuri, cînd obiectul invenției complementare se referă numai la elemente particulare ale invenției principale, titlul va putea fi diferit.

(6) Se exclude folosirea în titlul invenției a unor denumiri comerciale, denumiri derivate din nume de persoane, denumiri fanteziste, denumiri de mărci de fabrică, de comerț sau de serviciu.

10. *Prezentarea problemei pe care o rezolvă invenția*

(1) Acest capitol constituie partea introductivă a descrierii invenției și prezintă o dezvoltare a titlului.

(2) Prezentarea problemei pe care o rezolvă invenția trebuie să precizeze problema tehnică pe care o rezolvă invenția, domeniul de specialitate și scopul general urmărit.

(3) Se recomandă ca prezentarea problemei să înceapă cu următoarea formulare : „Invenția se referă la un aparat (dispozitiv, procedeu, metodă, tehnologie etc.) destinată...

(4) În cazul invențiilor complementare, acest capitol prezintă următoarea formulare : „Invenția se referă la (se reproduce titlul) și constituie o perfecționare a invenției principale nr. . . .".

(5) Acest capitol nu va divulga soluția tehnică a problemei pe care o rezolvă invenția.

(6) În caz de necesitate, în funcție de complexitatea invenției, prezentarea problemei pe care o rezolvă invenția poate fi extinsă la cîteva fraze.

11. *Prezentarea stadiului cunoscut al tehnicii, în problema care face obiectul invenției*

(1) La acest capitol, se prezintă pe rînd, în mod succint, fără a face apel la desene explicative, soluțiile cele mai apropiate de invenție, cunoscute de inventator sau solicitant, care au același scop sau un scop analog, cu indicarea pentru fiecare din soluțiile menționate, a lipsurilor sau dezavantajelor pe care le au și pe care le elimină invenția.

(2) Acest capitol nu formează un istoric sau o trecere în revistă a tuturor soluțiilor care au același scop, ci numai o selecție a soluțiilor sau a soluției tehnice cea mai apropiată cu care se compară soluția invenției.

(3) În prezentarea soluțiilor tehnice cunoscute, nu se fac referiri la firme, întreprinderi, indicative de aparate etc. ci la soluțiile tehnice corespunzătoare.

(4) Se recomandă ca prezentarea fiecărei soluții tehnice cunoscute să înceapă cu formularea următoare : „În scopul...., este cunoscut un aparat (procedeu, instalație, metodă etc.)...."

(5) În cazul cînd se prezintă mai multe soluții tehnice, se vor utiliza pentru celelalte soluții cunoscute expresiile : „Este de asemenea cunoscut un aparat etc....", sau „În același scop, mai este cunoscut un aparat etc.", sau orice altă formulare similară.

(6) Dezavantajele soluțiilor tehnice cunoscute pot fi prezentate fie separat pentru fiecare soluție în parte, fie la sfîrșit, obiective și neexagerate.

(7) În cazul invențiilor complementare, se poate face referire numai la invenția principală, dacă ulterior înregistrării acesteia nu a apărut o altă soluție tehnică apropiată : în acest caz, după prezentarea pe scurt a soluției din invenția principală, se vor arăta limitele sau dezavantajele acesteia.

(8) Materialul documentar pe care se bazează soluțiile tehnice care formează stadiul cunoscut al tehnicii, menționat în descriere, se va indica o dată cu prezentarea soluției respective titlul articolului sau numărul brevetului introducîndu-se între paranteze.

Observații

Partea aceasta din descriere mai poartă denumirea de *stabilirea și analiza prototipului* [5]. Prototipul servește drept etalon pentru compararea noii soluții cu stadiul atins al tehnicii din domeniu, pentru a stabili gradul de originalitate și progres.

Prin prototip se înțelege cel mai apropiat, analog, atît sub aspectul esenței, cît și a rezultatelor acestuia. Prototipul se alege pe baza a două metodologii principale :

— după numărul maxim de indici convergenți cu cei ai obiectivului invenției ;

— după unul sau doi indici principali-substanțiali, care, în raport cu restul indicilor, contribuie în cea mai mare măsură la realizarea obiectivului propus.

În acest scop, se folosesc tabele comparative de tipul tabelului 9.3. din prezenta lucrare, dar aceasta presupune o redactare prealabilă a invenției, urmată de una definitivă, procedură care se practică în special la invențiile de mare importanță tehnico-economică. Întrucît prototipul reprezintă „genul proxim", denumirea nearticulată a acestuia devine automat și titlul invenției propuse.

12. Prezentarea generală a soluției tehnice a invenției, cu indicarea mijloacelor ce elimină dezavantajele soluțiilor tehnice cunoscute.

(1) Soluția tehnică nouă care face obiectul invenției, se va prezenta în mod succint într-o frază sau, în caz de necesitate, în cîteva fraze, urmărindu-se punerea în evidență a modului general în care invenția soluționează lipsurile soluțiilor cunoscute.

(2) În cazul în care descrierea se referă la o invenție complexă, de exemplu un procedeu și o instalație, o metodă și un aparat etc., se va prezenta mai întîi

procedeul sau metoda și apoi instalația, aparatul etc., prin elementele noi caracteristice, fără a intra în detalii de realizare ; în aceste cazuri, prezentarea soluției tehnice a invenției se face în două sau mai multe fraze, separat, pentru procedeu, metodă etc. și, respectiv, pentru instalație, aparat etc.

(3) Prezentarea creației tehnice noi începe cu menționarea, pe scurt, a scopului urmărit de invenție, după care se va prezenta pe scurt soluția tehnică nouă prin elementele sale esențiale care realizează scopul urmărit.

(4) În cazul în care apare necesar, în cuprinsul prezentării se pot menționa formule chimice sau relații matematice, dacă acestea fundamentează teoretic invenția.

(5) Ca formulare, se recomandă următoarele expresii : „Procedeul conform invenției, înlătură dezavantajele menționate mai sus, prin aceea că...", sau „Instalația conform invenției, înlătură dezavantajele de mai sus, prin aceea că, în scopul... este alcătuită din... (sau cuprinde...)...", „Invenția înlătură dezavantajele de mai sus, prin aceea că, în vederea obținerii..." [1].

(6) Avantajele rezultate prin aplicarea invenției nu se vor indica la acest capitol, ci vor fi redate într-un capitol ulterior.

13. *Prezentarea pe scurt a figurilor explicative*

(1) Figurile explicative se vor anexa la descriere în măsura în care înțelegerea invenției și a elementelor sale de noutate o necesită.

(2) Figurile vor fi într-un număr strict necesar înțelegerii funcționării invenției.

(3) Desenele trebuie să conțină un minim de reprezentări sau detalii tehnologice necesar pentru înțelegerea principiului și a exemplelor de aplicare, cu indicarea mai detaliată a părților care prezintă importanță pentru înțelegerea elementelor noi ale invenției.

(4) Figurile pot fi vederi sau proiecții în diverse planuri, secțiuni, proiecții axonometrice etc. precum și reprezentări grafice, scheme electrice, scheme bloc, scheme cinematice etc.

(5) Fotografiile nu constituie figuri, decît în cazurile prevăzute la cap. III, pct. 17, 18.

(6) Fiecare figură va fi numerotată, iar în cuprinsul descrierii ea capătă o explicație asupra reprezentării sale.

(7) Prezentarea figurilor constituie partea introductivă a exemplului sau exemplelor de realizare și poate avea următoarea formulare : „Se dă (se dau) în continuare, un (mai multe) exemplu(e) de realizare a invenției, în legătură și cu figurile 1, ..., n, care reprezintă :

— fig. 1, vedere de ansamblu a dispozitivului, aparatului etc. ;
— fig. 2, secțiune după axa A-A din figura 1 ;
— fig. 3, vedere în perspectivă a dispozitivului ;
— fig. 4, schema cinematică a sistemului de acționare ;
— fig. 5, ...
— fig. n, ...

(8) Pentru soluțiile tehnice prezentate în stadiul cunoscut al tehnicii, nu se întocmesc figuri cu desene explicative decît în cazul în care se dorește o evidențiere foarte clară a elementelor noi sau a avantajelor prezentate de invenție. Aceste figuri nu vor fi cuprinse în descrierea finală.

---

[1]) Prin ultimele precizări scopul se formulează printr-o frază separată (rev. Invenții-Inovații nr. 2, 1985.)

14. *Prezentarea unuia sau a mai multor exemple de realizare a invenției*

(1) La prezentarea exemplelor de realizare se ține seama de faptul că acestea nu trebuie să conțină elemente tehnologice și de proiectare, altele decît cele care caracterizează invenția, expunerea trebuind astfel redată încît să rezulte că obiectul invenției este realizabil, că prezintă elemente de noutate și că elementele respective sînt suficient conturate pentru a asigura protecția prin brevet.

(2) Descrierea exemplului de realizare începe, după caz, cu prezentarea dispozitivului, aparatului, instalației etc., în stare statică, după care se indică modul de aplicare sau de funcționare.

(3) Descrierea procedeului trebuie să conțină enumerarea fazelor (operațiunilor), indicarea succesiunii lor și a regimului de lucru (temperatură, presiune etc.) pentru realizarea fiecărei faze.

(4) În cazul cînd exemplele de realizare sînt expuse cu referire la desenele explicative, pentru a permite înțelegerea obiectivului invenției, în text se vor introduce repere corespunzătoare fiecărui element, organ de mașină etc.

(5) Introducerea reperelor în text se face în ordinea crescătoare a numerelor și/sau în succesiunea alfabetică a literelor.

(6) Din punct de vedere al modului de exprimare, cînd un organ, o piesă sau un detaliu al unei piese se menționează pentru prima dată în text, el se exprimă la forma nearticulată, ca de exemplu : o placă de bază 1, prevăzută cu coloane de susținere 2 și 3, pe care culisează o tijă 4, ... ; ulterior, cînd în textul exemplului de realizare se menționează aceeași piesă, organ etc., aceasta se va menționa la forma articulată, ca de exemplu : „tija 4 este acționată prin intermediul unui reductor..."

(7) Prezentarea unui dispozitiv, instalație etc., care conține mai multe elemente componente, va fi astfel întocmită încît o dată cu menționarea unui element să se arate și rolul sau funcția ce o îndeplinește elementul respectiv ; nu se admit formulări în care elementele componente sînt prezentate ca o înșiruire simplă, fără a arăta scopul și legătura funcțională dintre ele.

(8) Prezentarea unui ansamblu începe cu expunerea elementelor de bază, la care se adaugă, treptat, celelalte elemente de detaliu ce intră în compunerea ansamblului ; în cazul procedeelor și instalațiilor, prezentarea va urmări fluxul tehnologic respectiv ;

(9) Dacă o descriere se referă la o invenție complexă (procedeu și instalație, metodă și aparat etc.), se redă întîi procedeul, metoda etc. după care se descrie instalația, aparatul etc. care materializează procedeul sau metoda ;

(10) Numărul exemplelor de realizare, respectiv a variantelor va fi suficient pentru a ilustra toate elementele caracteristice noi ale invenției, iar în cazul în care elementele noi constau în parametrii care pot varia în anumite limite, se vor ilustra cel puțin limitele superioare și inferioare ale acestor valori ;

(11) Termenii din alte limbi pot fi utilizați numai în cazul în care nu există termeni corespondenți în limba română (de exemplu trigger Schmitt, releu Reed etc.) ;

(12) Relațiile matematice utilizate pentru fundamentarea teoretică a invenției vor fi înscrise conform normelor în vigoare în România, iar fiecare element component al relației va fi explicat ;

(13) Unitățile de măsură utilizate sînt cele recunoscute de normele și standardele în vigoare în România.

15. *Prezentarea avantajelor rezultate din aplicarea invenției*

(1) Avantajele se prezintă sub formă enunțiativă, fiecare avantaj începînd cu liniuță de la capăt de rînd.

(2) Cînd avantajul constă dintr-un efect economic, se va arăta acest lucru fără indicarea valorii economiei.

(3) Avantajele trebuie să fie reale și rezultate în comparație cu soluțiile prezentate în descriere la capitolul referitor la stadiul cunoscut al tehnicii.

(4) Prezentarea avantajelor poate avea următoarea formulare (exemplele nefiind limitative): „Invenția prezintă următoarele avantaje: — . . . ; — . . . .“; „Aplicarea metodei conform invenției permite obținerea următoarelor avantaje: — . . . . . ; — . . . . . ; — . . . . . .“ „Prin aplicarea invenției, se obțin următoarele avantaje: — . . . . . . .ș; —“.

(5) În cazul în care invenția prezintă un singur avantaj, acesta se evidențiază într-o singură frază, de exemplu, cu următoarea formulare: „Metoda (aparatul, instalația etc.), conform invenției, prezintă avantajul că...“

16. *Prezentarea elementelor originale ale invenției. Redactarea revendicărilor*

(1) Elementele de noutate care constituie aportul original al solicitantului în tema pe care o rezolvă invenția și care delimitează întinderea protecției conferite de brevet se prezintă într-un capitol intitulat: „Revendicări“.

(2) În ceea ce privește conținutul, o revendicare cuprinde:

a) un preambul care conține titlul invenției și elementele tehnice ale invenției ce fac parte din stadiul cunoscut al tehnicii din domeniul respectiv și,

b) o a doua parte în care se precizează elementele noi aduse de invenție la rezolvarea temei respective.

Cele două părți ale revendicării specificate la pct. a și b sînt legate prin expresia „caracterizat(ă) prin aceea că“.

(3) Dacă invenția nu are elemente comune cu soluțiile anterioare, în preambulul revendicării se menționează numai titlul acesteia.

(4) Se recomandă ca partea revendicării, în care se precizează elementele noi și în cazul în care înțelegerea acestor elemente este ușurată, să înceapă prin prezentarea pe scurt a scopului urmărit prin construcția elementului sau ansamblului de elemente ce formează creația tehnică nouă respectiv prin fazele și parametrii noi ai procesului tehnologic nou.

(5) Nu sînt revendicabile și nu sînt luate în considerare revendicările care au drept conținut:

a) problema însăși, chiar dacă este pusă pentru prima dată pe plan mondial, revendicarea trebuind să se refere la soluția tehnică dată problemei respective;

b) rezultatele sau avantajele obținute prin aplicarea invenției, chiar dacă sînt obținute pentru prima dată.

(6) Fiecare revendicare se redactează într-o singură frază.

(7) În cazul în care pentru explicarea soluției noi se face apel la desenele explicative, reperele elementelor constructive conținute în partea de prezentare a elementelor noi, imediat după menționarea acestora, se trec în paranteze; revendicarea va fi astfel formulată încît chiar în lipsa reperelor din paranteze fraza să prezinte claritate și cursivitate. Dacă introducerea unor repere nu ușurează, în mod deosebit, înțelegerea mai rapidă a unei revendicări, reperele nu se menționează.

(8) În preambulul unei revendicări, înaintea expresiei „caracterizat prin aceea că“ nu se introduc repere.

(9) Prezentarea elementelor noi se face cu menţiunea funcţiunilor respective şi nu sub forma unei înşiruiri simple.

(10) În cursul revendicării se va păstra aceeaşi denumire a elementelor ca şi în descrierea invenţiei.

(11) O invenţie poate avea una sau mai multe (multiple) revendicări.

(12) Numărul revendicărilor trebuie să fie raţional, ţinînd seama de natura invenţiei a cărei protecţie se solicită.

(13) Cînd există mai multe revendicări, ele se numerotează, în ordinea succesiunii lor, cu cifre arabe.

(14) O invenţie are o singură revendicare, în situaţia în care elementele esenţiale ale obiectului invenţiei expuse în revendicare epuizează total soluţia tehnică, nefiind necesar a fi aduse dezvoltări sau completări prin revendicări ulterioare.

(15) În cazul revendicărilor multiple, acestea pot fi principale şi dependente (secundare, subordonate), în funcţie de complexitatea soluţiei tehnice a invenţiei şi de nivelul de subordonare a elementelor noi ale acesteia.

(16) Revendicarea principală, prin importanţa ei juridică, trebuie să asigure protecţia invenţiei, în limite suficient de largi şi totodată să conţină elemente esenţiale suficient de conturate care să asigure reproducerea efectului tehnic urmărit de invenţie, fără a face necesar un aport creator complementar din partea celui care o reproduce.

(17) Revendicările dependente, prin subordonarea lor, au rolul de a pune în evidenţă întreaga complexitate a soluţiei invenţiei.

(18) Revendicările dependente dezvoltă şi aduc precizări de detaliu unor elemente din revendicarea principală în care acestea au fost conturate mai general; într-o astfel de revendicare se menţionează întîi revendicarea de care este dependentă, după care se dezvoltă şi se precizează elementul respectiv, tehnic şi funcţional.

(19) Ca redactare, o revendicare dependentă poate avea următorul conţinut, de exemplu, în cazul cînd invenţia se referă la o instalaţie de măsurare a temperaturii la care traductorul este conceput să lucreze numai în cadrul instalaţiei respective :

"2. Instalaţie pentru măsurarea temperaturii ca la revendicarea 1, (sau, conform revendicării 1) caracterizată prin aceea că traductorul ( ) este constituit dintr-un element rezistiv ( ) avînd partea activă ( ) introdusă într-o teacă metalică de protecţie ( ), dilatarea lineară a părţii active ( ), determinînd prin intermediul unei tije culisante ( ), acţionarea unui angrenaj amplificator ( ), unghiul de rotaţie ( ) al axului ( ) angrenajului amplificator ( ) fiind o măsură a temperaturii din interiorul cuptorului ( )".

Notă : În paranteze se trec reperele de pe desen a elementelor corespunzătoare, dacă se consideră necesar.

(20) Revendicările dependente pot avea o dependenţă de ordin superior, în cazul în care printr-o revendicare separată se dezvoltă un element conţinut într-o revendicare dependentă de ordinul 1.

În acest caz, în preambulul revendicării se va menţiona atît revendicarea principală cît şi revendicarea dependentă pe care o dezvoltă.

(21) Conform exemplului prezentat la pct. 16 alin. (19), formularea poate fi următoarea :

„3. Instalaţie ca le revendicările 1 şi 2, caracterizată prin aceea că, în scopul măririi sensibilităţii elementului traductor ( ), elementul rezistiv ( ) are forma unei spirale elicoidale".

(22) Titlul invenţiei se reproduce integral numai în prima revendicare principală ; în celelalte revendicări se reproduce numai o fracţiune de titlu, revendicările respective legîndu-se de prima revendicare, sau de cea pe care o dezvoltă, prin cuvintele de referinţă, de exemplu „(titlul prescurtat) conform cu revendicarea..." sau „ca în revendicarea..." etc.

(23) Pentru fiecare exemplu de realizare a invenţiei se recomandă a se formula cîte o revendicare separată.

(24) În cazul invenţiilor complementare, revendicarea principală, în preambulul său, se va referi la invenţia principală, menţionînd numărul brevetului respectiv, precum şi elementele tehnice esenţiale ale acesteia care se regăsesc în invenţia complementară (dacă este cazul).

De exemplu : „(Titlul complet) — care este identic cu al invenţiei principale conform cu invenţia principală nr...... caracterizată prin aceea că....."

(25) În cazul invenţiilor complexe (procedeu şi dispozitiv, procedeu şi instalaţie, metodă şi aparat etc.) se întocmesc revendicări pentru procedeu, metodă etc şi separat pentru dispozitiv, instalaţie, aparat etc., ordinea de succesiune fiind corespunzătoare titlului invenţiei.

(26) În cazul invenţiilor complexe, în revendicări, titlul nu se reproduce integral, ci se extrage din acesta numai elementul la care se referă revendicarea. De exemplu, la o invenţie referitoare la un „Procedeu şi instalaţie pentru obţinerea de suprafeţe metalice mate", revendicările principale vor avea următoarea formulare :

„1. Procedeu pentru obţinerea de suprafeţe metalice mate, . . . caracterizat prin aceea că......"

„2. Instalaţie pentru obţinerea de suprafeţe metalice mate, conform procedeului de la revendicarea 1, caracterizată prin aceea că..."

(27) În cazul invenţiilor complexe, se recomandă ca revendicările principale şi secundare să se grupeze astfel, încît după revendicările de procedeu, metodă etc. să urmeze revendicările de instalaţie, dispozitiv, aparat etc.

(28) Soluţia tehnică prezentată în cuprinsul revendicărilor nu poate depăşi cadrul soluţiei tehnice descrisă în exemplele de realizare.

(29) Nu se admit revendicări de genul :

a) — „...caracterizat(ă) prin aceea că, este realizat(ă) conform figurii sau figurilor..." ;

b) — „...caracterizat(e) prin aceea că pot fi luate în combinaţie sau separat" ;

— (în cazul în care în preambul se arată dependenţa faţă de mai multe revendicări).

(30) Dacă la depunerea cererii de brevet de invenţie se invocă priorităţi multiple, se recomandă ca revendicările să se formuleze în aşa fel, încît fiecare să corespundă unei singure priorităţi.

IV. REDACTAREA REZUMATULUI DESCRIERII INVENŢIEI

(24). (1) Rezumatul face parte integrantă din documentaţia necesară brevetării.

(2) Rezumatul are drept scop informarea documentară, el neputînd defini drepturile conferite de un brevet de invenţie.

(3) Un rezumat trebuie să conţină elementele principale ale invenţiei, redactarea lui urmînd a cuprinde următoarele punete :

a) titlul invenţiei ;

b) domeniul din care face parte invenţia şi problema pe care o rezolvă aceasta ;

c) modul general de rezolvare a problemei respective ;

d) indicarea posibilităţilor de aplicare sau utilizare ;

(4) În cazul invenţiilor din domeniul chimiei, dacă acest lucru e necesar, se va indica şi formula chimică ce caracterizează cel mai bine invenţia.

(5) Dacă este cazul, se va indica figura din desen care ilustrează cel mai bine invenţia, iar în textul de prezentare a soluţiei, conform pct. c, se vor face referiri la reperele din figură, reperele fiind introduse între paranteze.

(6) În rezumat se vor arăta avantajele rezultate din aplicarea invenţiei.

(7) Rezumatul trebuie să fie concis şi clar ; se recomandă a avea cel mult 150 cuvinte.

V. CONDIŢII DE ÎNTOCMIRE ŞI ÎNREGISTRARE A DESCRIERII INVENŢIEI

25. Descrierea, revendicările, rezumatul.

(1) Descrierea, revendicările, desenele şi rezumatul trebuie să fie prezentate în aşa fel încît să fie posibilă reproducerea şi multiplicarea directă a acestora prin fotografiere, mijloace electrostatice, prin offset sau microfilme, într-un număr nelimitat de copii.

(2) Filele nu trebuie să fie mototolite, rupte sau împăturite.

(3) Fiecare foaie se foloseşte vertical (laturile scurte în partea de sus şi jos).

(4) Descrierea, revendicările şi rezumatul se redactează pe hîrtie albă, netedă, netransparentă şi nelucioasă.

(5) Descrierea, revendicările şi rezumatul se redactează pe file distincte.

(6) Toate filele trebuie să fie reunite în aşa fel încît să poată fi examinate fără greutate şi să permită cu uşurinţă atît desfacerea acestora în vederea reproducerii cît şi reunirea lor.

(7) Filele trebuie să aibă un format A4 — (297×210 mm).

(8) Marginile filelor pe care se redactează descrierea, revendicările şi rezumatul trebuie să aibă următoarele dimensiuni, minime şi maxime :

a) marginea de sus a primei file :	8 cm—9 cm
b) marginea de sus a celorlalte file	2 cm—4 cm
c) marginea din stînga	2,5 cm—4 cm
d) marginea din dreapta	2 cm—4 cm
e) marginea de jos	2 cm—3 cm

(10) Toate filele se numerotează, în ordine, cu cifre arabe.

(11) Filele nu trebuie să aibă ştersături, corecturi, inscripţii, cuvinte adăugate. Se admit excepţii numai în cazurile în care apare evidentă necesitatea corecturii şi numai dacă reproducerea filei respective nu este compromisă. În acest caz, fiecare corectură trebuie să fie atestată de cel care a efectuat-o.

(12) Textul se dactilografiază la 1,5 rînduri.

(13) Semnele alfabetului grec din cuprinsul unor formule sau relaţii matematice pot fi scrise de mînă.

26. Întocmirea desenelor.

(1) Pentru aceeaşi invenţie se pot utiliza o parte din desene executate în proiecţie ortogonală, o parte în proiecţie axonometrică precum şi alte moduri de reprezentare (scheme bloc, scheme electrice, scheme cinematice etc.) în funcţie de necesitatea punerii mai bine în evidenţă a obiectului invenţiei.

(2) Se recomandă în unele cazuri executarea desenelor în proiecţie axonometrică (în perspectivă), ele avînd un caracter mai sugestiv.

(3) Tabelele nu sînt considerate desene, ele urmînd a fi introduse în cuprinsul textului descrierii invenţiei.

(4) Diagramele sînt considerate desene.

(5) Desenele nu trebuie să conţină texte explicative, cote dimensionale, legende a părţilor constitutive etc.

(6) Se adimt cote de dimensiuni în cazul cînd acestea constituie elemente esenţiale ale invenţiei.

(7) Se pot admite, înscrise pe desen, atunci cînd este absolut necesar, următoarele texte: apă, abur, secţiune A—B, închis, deschis etc., redactate în limba română.

(8) Pe o filă se pot executa mai multe desene explicative, fiecare constituind cîte o figură separată, semnificaţia ei fiind arătată în textul descrierii.

(9) Figurile se numerotează în ordine crescătoare, cu cifre arabe (figura 1, figura 2...); fiecare proiecţie, secţiune sau detaliu, reprezentat separat, constituie o figură aparte şi se numerotează ca atare.

(10) Părţile componente, detaliile, organele, aparatele, precum şi alte elemente menţionate în descriere în cadrul exemplelor de realizare vor purta pe desen cîte un reper.

(11) Un reper va reprezenta o aceeaşi piesă, chiar dacă aceasta apare în mai multe figuri, astfel încît un reper să aibă o singură semnificaţie; ca modalitate practică de poziţionare a reperelor, se recomandă ca acestea să fie introduse întîi în textul prezentării exemplului de realizare şi după aceea transcrise pe figuri.

(12) Reperele se numerotează în continuare, chiar dacă invenţia conţine mai multe exemple de realizare.

(13) Reperele se înscriu cu cifre arabe.

(14) Pentru ansamblul de piese se utilizează literele mari ale alfabetului latin.

(15) Pentru detalii de formă, cavităţi, degajări, orificii etc. se utilizează literele mici ale alfabetului latin; în funcţie de numărul detaliilor, se pot utiliza litere cu indici (prim, secund etc.).

(16) Pentru unele notaţii specifice, de exemplu unghiuri, se pot utiliza litere ale alfabetului grec.

(17) Planul de secţionare a pieselor se notează prin litere mari ale alfabetului latin, de exemplu: A—A, B—B etc.

(18) În cazul schemelor bloc, se pot utiliza fie cifre arabe, fie litere mari ale alfabetului latin.

(19) În cazul schemelor electrice, se pot utiliza atît cifre arabe cît şi litere mici ale alfabetului latin, luate separat sau combinat, în conformitate cu prescripţiile de simbolizare oficiale.

(20) Reperele înscrise pe desene trebuie să se regăsească în totalitate în descriere, respectiv în prezentarea exemplului de realizare şi invers.

(21) Scara desenelor şi claritatea execuţiei lor grafice trebuie să fie astfel încît la o reproducere a acestora, concomitent cu o reducere liniară la 2/3, detaliile să rămînă evidente.

(22) Atunci cînd, în cazuri excepţionale, scara figurează pe desen, ea trebuie reprezentată grafic.

(23) Desenele se execută pe hîrtie transparentă (calc) sau material plastic iar copiile pe hîrtie ozalit, xerografică sau carton alb, în general de format A4 şi în mod excepţional de format A3.

(24) Desenele se execută cu linii negre sau albastru închis, în tuş sau cerneală stabilă în timp, de aceeaşi grosime, cu o bună calitate.

(25) Nu se admite folosirea de linii, haşuri sau tente colorate.

(26) Secţiunile sînt marcate prin haşuri oblice care să permită citirea uşoară a reperelor şi a liniilor principale.

(27) Reperele se scot în afara conturului pieselor, pe cît posibil aliniate vertical și orizontal, fiind unite de piesele ce le reprezintă printr-o linie subțire terminată cu un punct.

(28) Pe desene, cifrele și literele care constituie reperele nu se vor încercui, sublinia, pune în paranteze sau între ghilimele.

(29) Hașururile diferitelor materiale (cauciuc, sticlă etc.) vor fi în conformitate cu standardele în vigoare în România.

(30) Desenele se încadrează în filele respective astfel încît să se asigure pentru fiecare figură un spațiu corespunzător unei bune și clare imagini.

(31) Se recomandă ca marginile minime libere ale filei conținînd desenele să aibă următoarele valori :

— marginea de sus : 2,5 cm ;

— marginea din stînga : 1 cm.

(32) Filele conținînd desenele nu vor avea chenar, cadru sau alte linii care să delimiteze desenele.

(33) În cazul în care descrierea și desenele conțin un număr mare de repere, se recomandă a se atașa la acestea o filă distinctă în care să se menționeze în ordine crescătoare reperele și semnificația lor.

La întocmirea descrierilor de invenții, se va ține seama de faptul că pentru protecția creației științifice sau tehnice ce face obiectul invenției este necesar a se respecta în totalitate exigențele de fond și de formă menționate în prezentele norme.

Constituirea corectă a depozitului reglementar în Republica Socialistă România asigură solicitantului român sau străin un drept de prioritate, cu începere de la data constituirii depozitului, față de orice alt depozit ulterior privind aceeași invenție, în conformitate cu prevederile art. 17 din Legea 62/1974.

10.4. Exemplu de descriere de invenție

Pentru ilustrarea modului în care se redactează o descriere de invenție, se redă în continuare un exemplu din practica personală a autorului [6] în domeniul concepției și brevetării unei serii de invenții de procedee și mașini de ascuțit scule. Procedeul a fost brevetat atît în țară, cît și în R.F.G., Franța, Elveția și Italia.

Cu toate că descrierea a fost redactată în 1970 și publicată în 1973, deci înainte de publicarea normelor prezentate anterior, ea corespunde acestor norme, cu excepția faptului că în revendicări unele substantive, citate pentru prima dată, sînt articulate hotărît în loc de nehotărît.

Titlul invenției	Procedeu de ascuțire cilindro-eliptică dublă a burghielor elicoidale.
Prezentarea problemei pe care o rezolvă invenția	Invenția se referă la un procedeu de ascuțire a burghielor elicoidale, după două suprafețe cilindro-eliptice intersectate, cu tăiș transversal piramidal, autocentrant, aplicabil în special la burghiele destinate prelucrării fontei și a oțelurilor de duritate mare și medie.

Prezentarea stadiului cunoscut al tehnicii în problema care face obiectul invenției

Este cunoscut un procedeu de ascuțire a burghielor elicoidale după suprafețe cilindro-eliptice duble, cu tăiș transversal piramidal, mărginit de patru suprafețe cilindro-eliptice, cu ajutorul suprafeței frontale conice a unei pietre abrazive oală, cu un diametru de peste 250 mm și cu un raport superior cifrei 2 între diametrul exterior și cel interior, prin compunerea mișcării principale de rotație a pietrei cu mișcarea de avans longitudinal, axa pietrei fiind conținută într-un plan înclinat cu un anumit unghi în raport cu direcția avansului longitudinal și înclinată în acest plan cu un al doilea unghi în raport cu planul care conține axa burghiului și direcția avansului longitudinal, rolul avansului pe adîncime fiind preluat de forma concavă a curbei hiperboidale de intersecție a planului avansului longitudinal cu suprafața activă conică a pietrei.

Este cunoscut de asemenea un procedeu de ascuțire a sculelor așchietoare după două suprafețe cilindro-eliptice intersectate, cu ajutorul suprafeței active hiperboloidale de rotație a unei pietre oală, aplicabil și la ascuțirea burghielor elicoidale după suprafețe cilindro-eliptice duble, cu tăiș transversal piramidal autocentrant, prin compunerea a două sau trei mișcări de lucru.

Prezentarea dezavantajelor

Dezavantajul principal al acestor procedee constă în faptul că tăișul principal rezultă practic rectiliniu, cu o singură valoare a unghiului de atac, respectiv a unghiului la vîrf. Pentru a realiza două sau trei valori ale unghiului de atac, sînt necesare două sau trei poziționări, respectiv ascuțiri ale burghiului, ceea ce conduce la scăderea productivității operațiilor de ascuțire.

Continuarea prezentării stadiului cunoscut al tehnicii
Prezentarea dezavantajelor

Este cunoscut de asemenea și un procedeu de ascuțire a burghielor elicoidale după o suprafață cilindro-eliptică unică, racordată cu fațeta elicoidală printr-o suprafață toroidal-eliptică, prin compunerea a trei mișcări de lucru, o mișcare principală de rotație a pietrei-oală, o mișcare de avans longitudinal a burghiului în raport cu piatra și o mișcare de avans pe adîncime realizat prin rotirea continuă sau periodică a axei burghiului în planul mișcării de avans longitudinal în jurul unui punct fix. Cu toate că realizează o formă optimizată a tăișului principal, acest procedeu prezintă unele dezavantaje, care rezidă în faptul că, pe de o parte, necesită folosirea unor pietre-oală de diametru relativ mic, de cca. 50—150 mm, cu o productivitate și durabilitate mică, iar pe de altă parte, prin aceea că tăișul transversal rezultă din intersecția a numai 2 suprafețe cilindro-eliptice și ca atare nu prezintă calități autocentrante.

Prezentarea generală a soluției tehnice a invenției, cu indicarea mijloacelor ce elimină dezavantajele soluțiilor tehnice cunoscute

Invenția de față elimină dezavantajele de mai sus prin aceea că, în scopul realizării în cadrul aceleiași ascuțiri, a unei forme piramidale autocentrante a tăișului transversal și a unei forme optimizate, curbilinii, a tăișului principal, folosind pietre oală de diametru nelimitat sub aspect geometric, constă în ascuțirea unui burghiu folosind o suprafață activă, hiperboloidală de rotație, a unei pietre oală, prin combinarea unei mișcări de rotație a pietrei cu o mișcare de avans longitudinal și cu o mișcare de avans pe adîncime, realizată printr-o mișcare lentă de rotire a burghiului în planul descris de mișcarea de avans longitudinal a axei acestuia în jurul unei axe perpendiculare pe acest plan.

Prezentarea pe scurt a figurilor explicative

În cele ce urmează se prezintă un exemplu de aplicare a invenției, în legătură cu figurile 1...10, care reprezintă :

— fig. 1, o vedere a burghiului și a pietrei oală într-un plan perpendicular pe direcția avansului longitudinal ;

— fig. 2, vedere într-un plan paralel cu direcția avansului longitudinal și cu axa pietrei-oală ;

— fig. 3, poziția inițială a burghiului în raport cu suprafața activă a pietrei, în mișcarea de avans pe adîncime a acestuia ;

— fig. 4, poziție intermediară a burghiului în raport cu suprafața activă a pietrei, în mișcarea de avans pe adîncime a acestuia ;

— fig. 5, poziția intermediară a burghiului în raport cu suprafața activă a pietrei, în mișcarea de avans pe adîncime a acestuia ;

— fig. 6, poziția finală a burghiului în raport cu suprafața activă a pietrei, în mișcarea de avans pe adîncime a acestuia ;

— fig. 7, vedere în plan a părții așchietoare a burghiului ascuțit ;

— fig. 8, vedere din profil a părții așchietoare a burghiului ascuțit ;

— fig. 9, vedere în planul mișcării de avans pe adîncime a burghiului, din care rezultă parametrii poziționării relative dintre burghiu și piatră, la ascuțire, într-o primă variantă.

— fig. 10, o vedere în planul mișcării de avans pe adîncime a burghiului, din care rezultă parametrii poziționării relative dintre burghiu și piatră, la ascuțire, într-o a doua variantă.

Prezentarea unui exemplu de realizare a invenției

Procedeul de ascuțire a burghielor constă în folosirea unei suprafețe active *a*, avînd o formă hiperboidală de rotație, de pe o piatră oală 1, care se obține prin mișcarea rectilinie a unui vîrf de diamant 2, amplasat

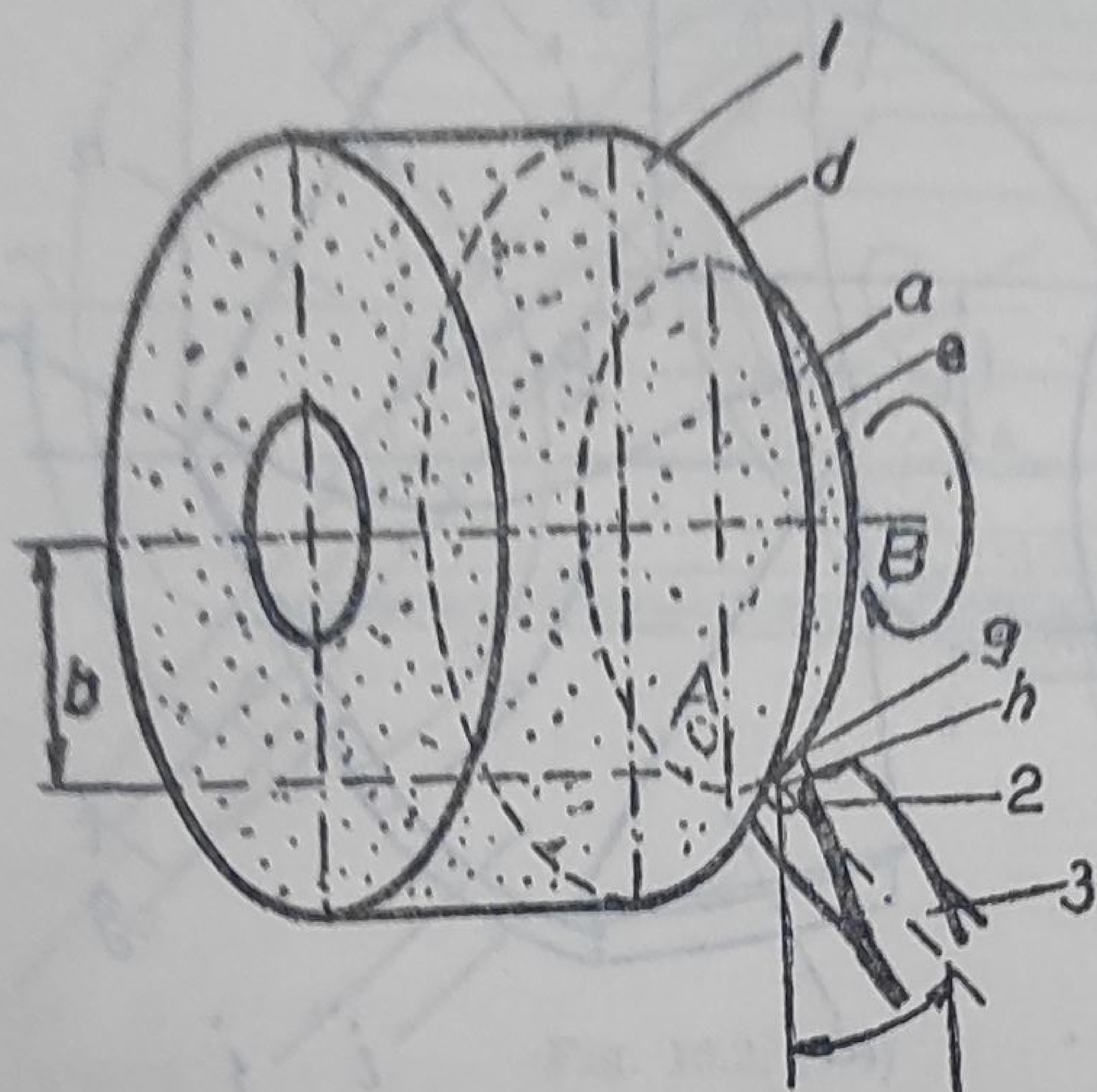


Fig. 10.1 (1)

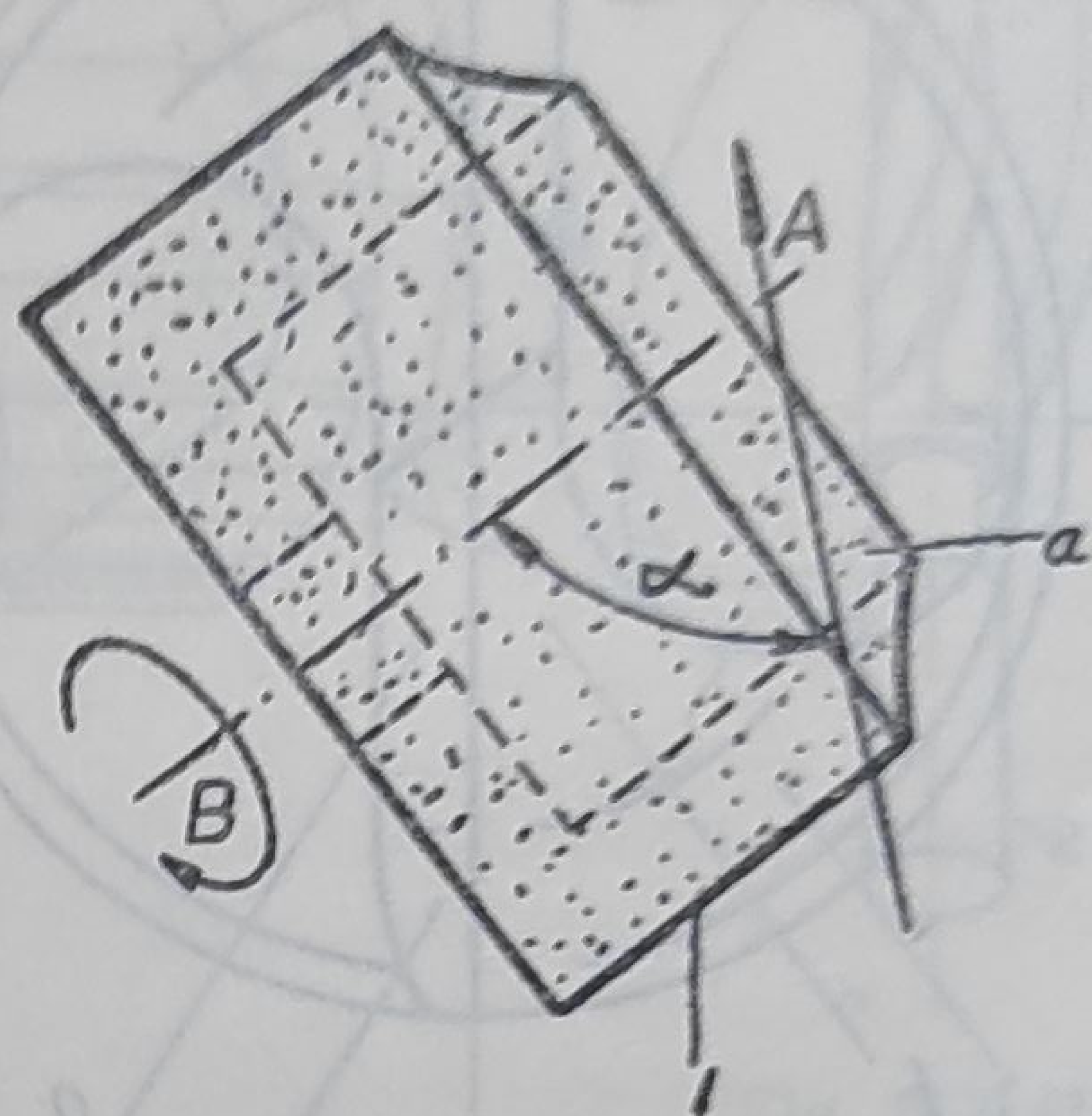


Fig. 10.1 (2)

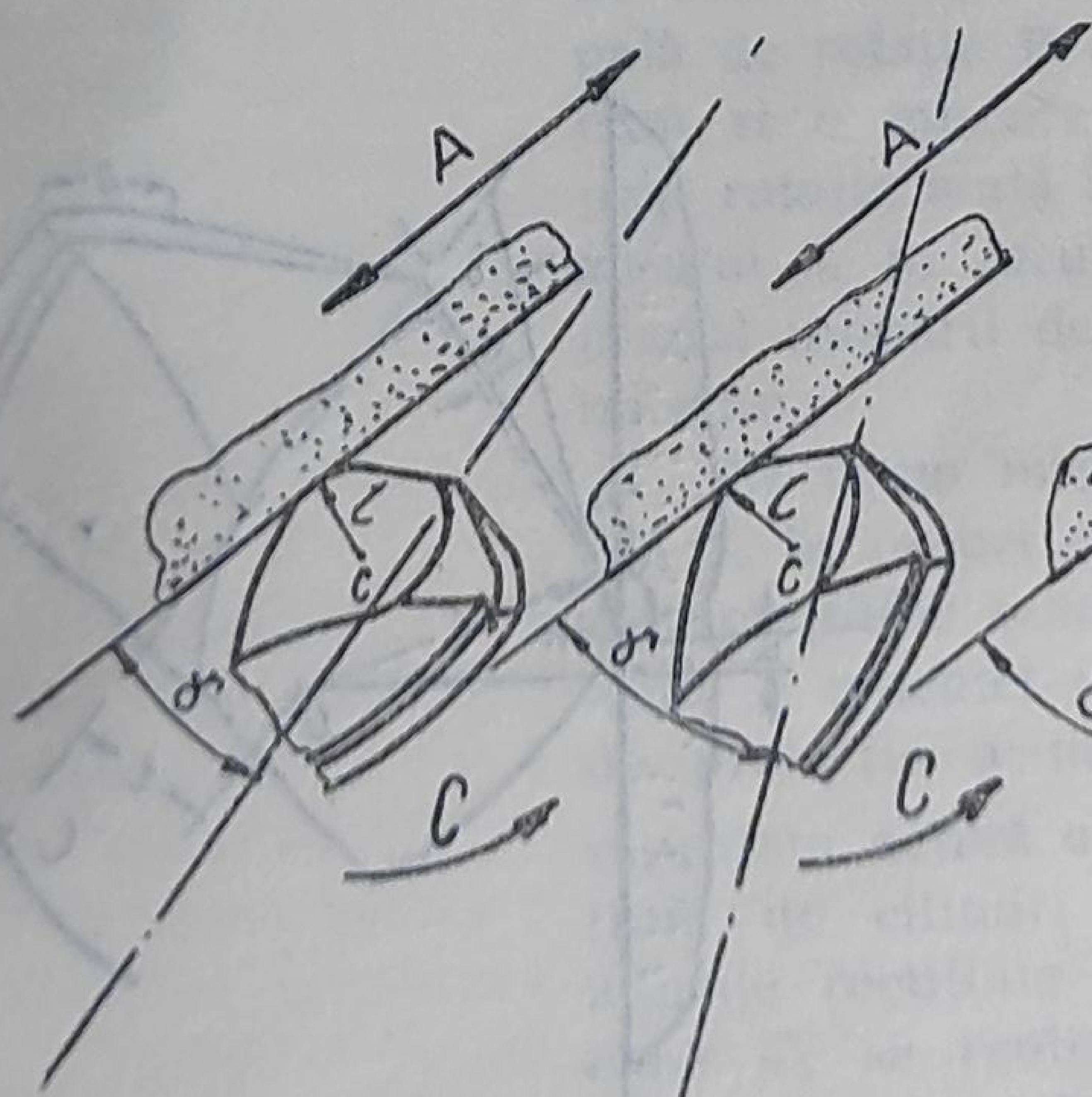


Fig. 10.1 (3)

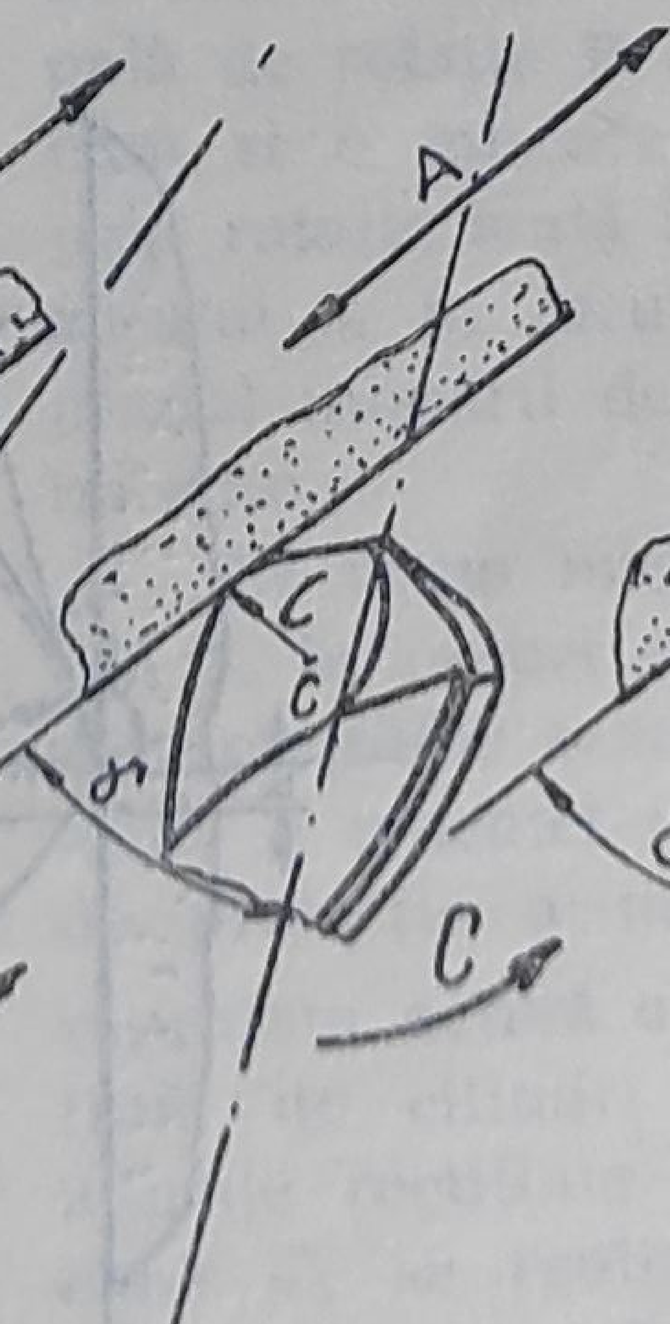


Fig. 10.1 (4)

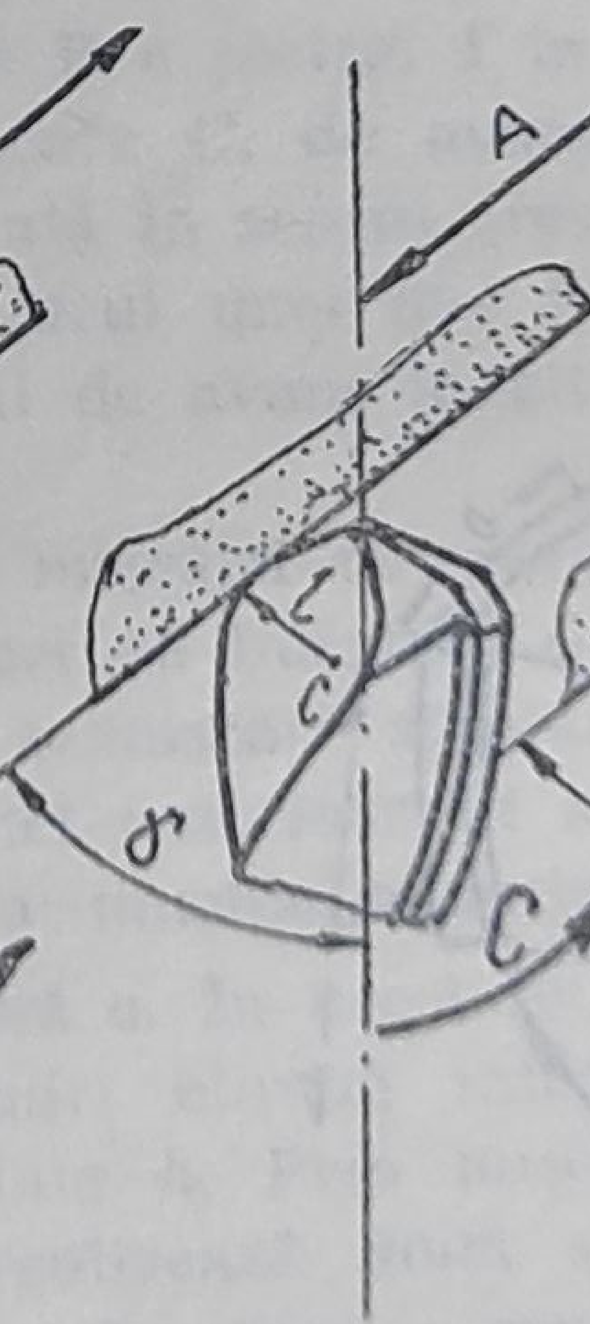


Fig. 10.1 (5)

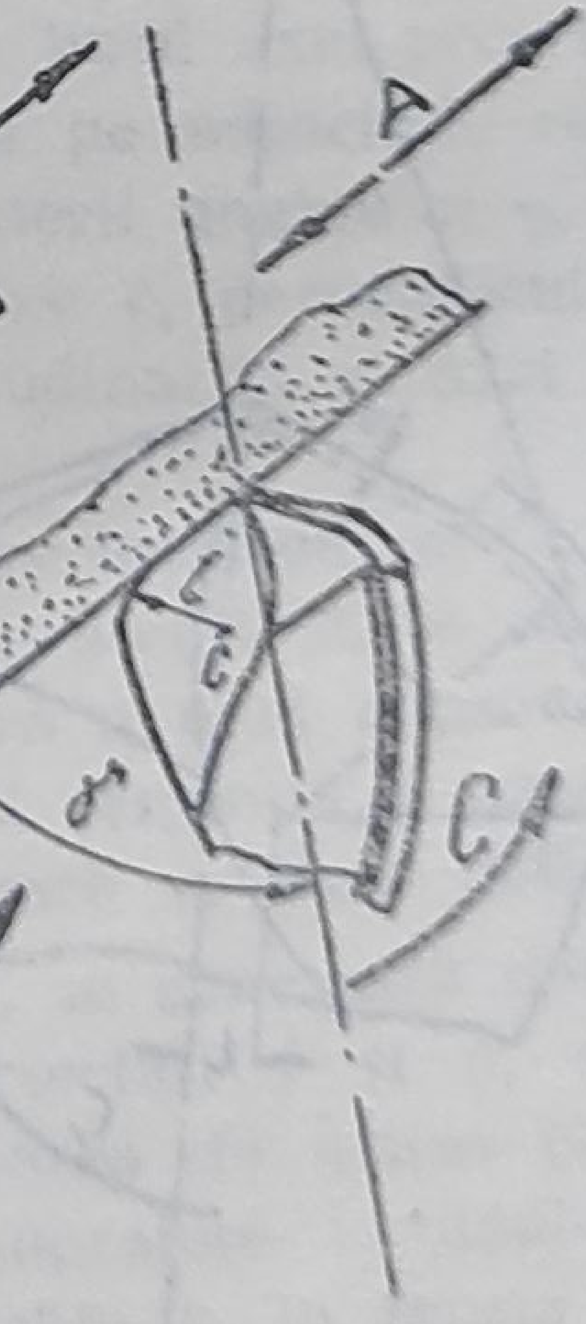


Fig. 10.1 (6)

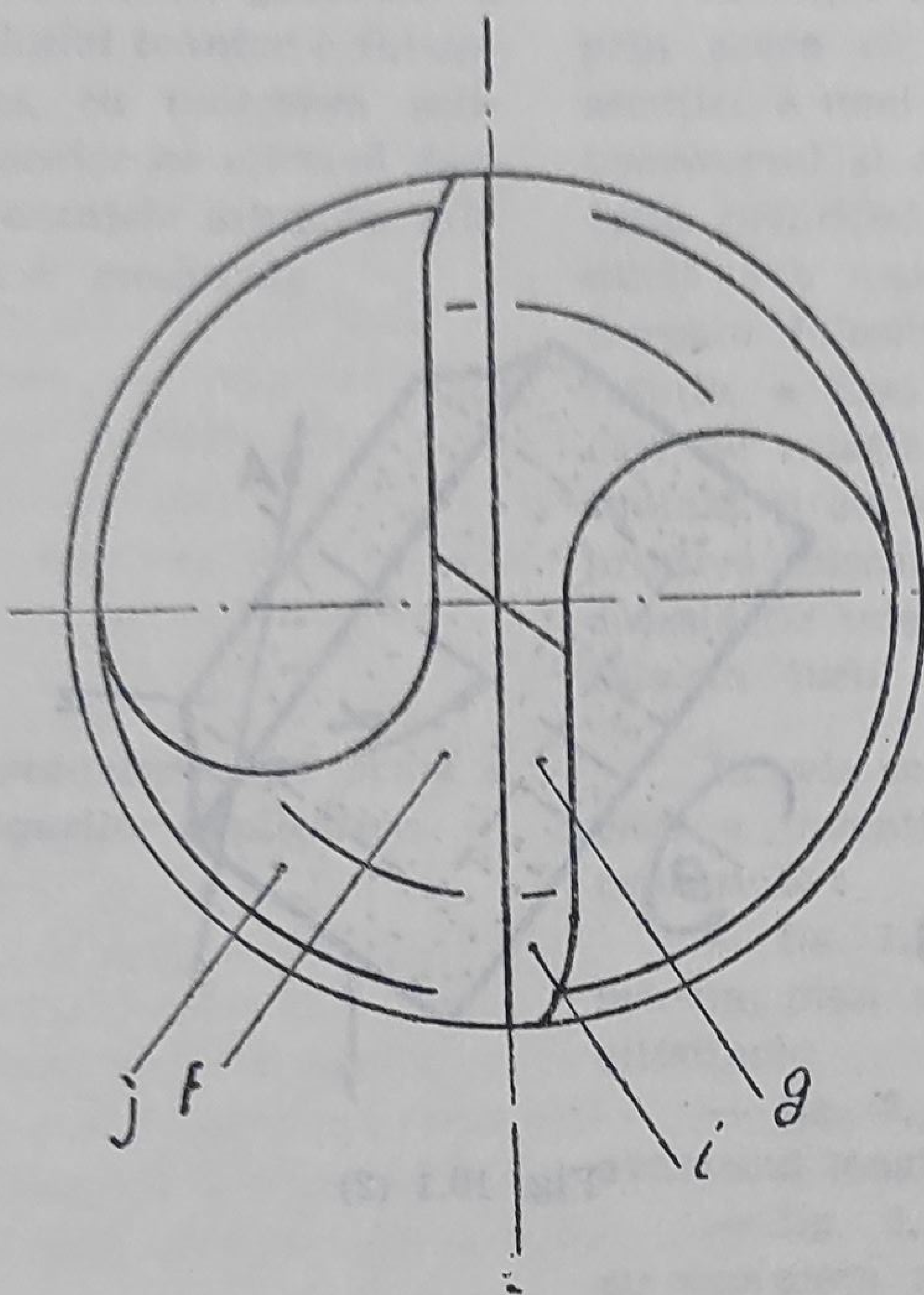


Fig. 10.1 (7)

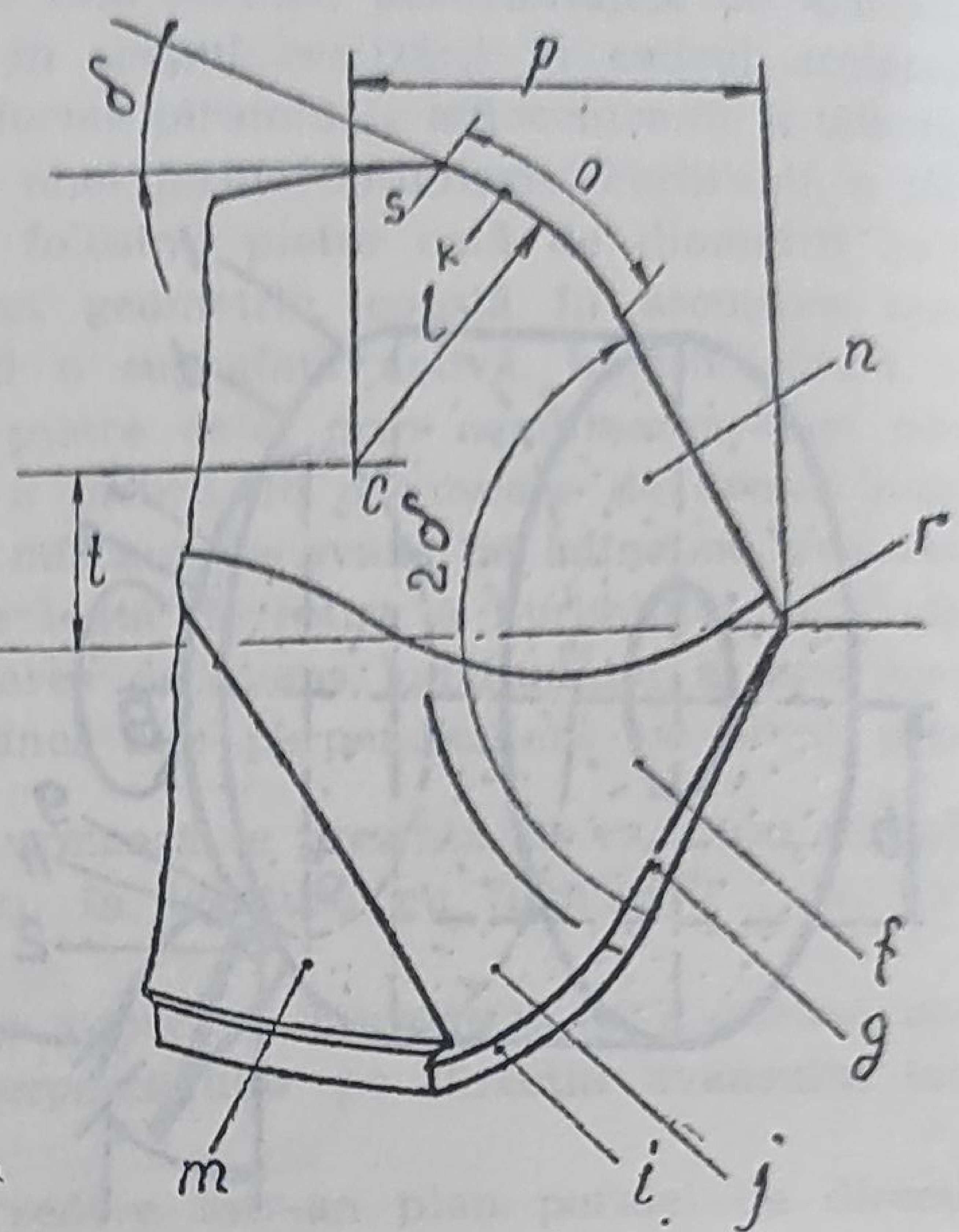


Fig. 10.1 (8)

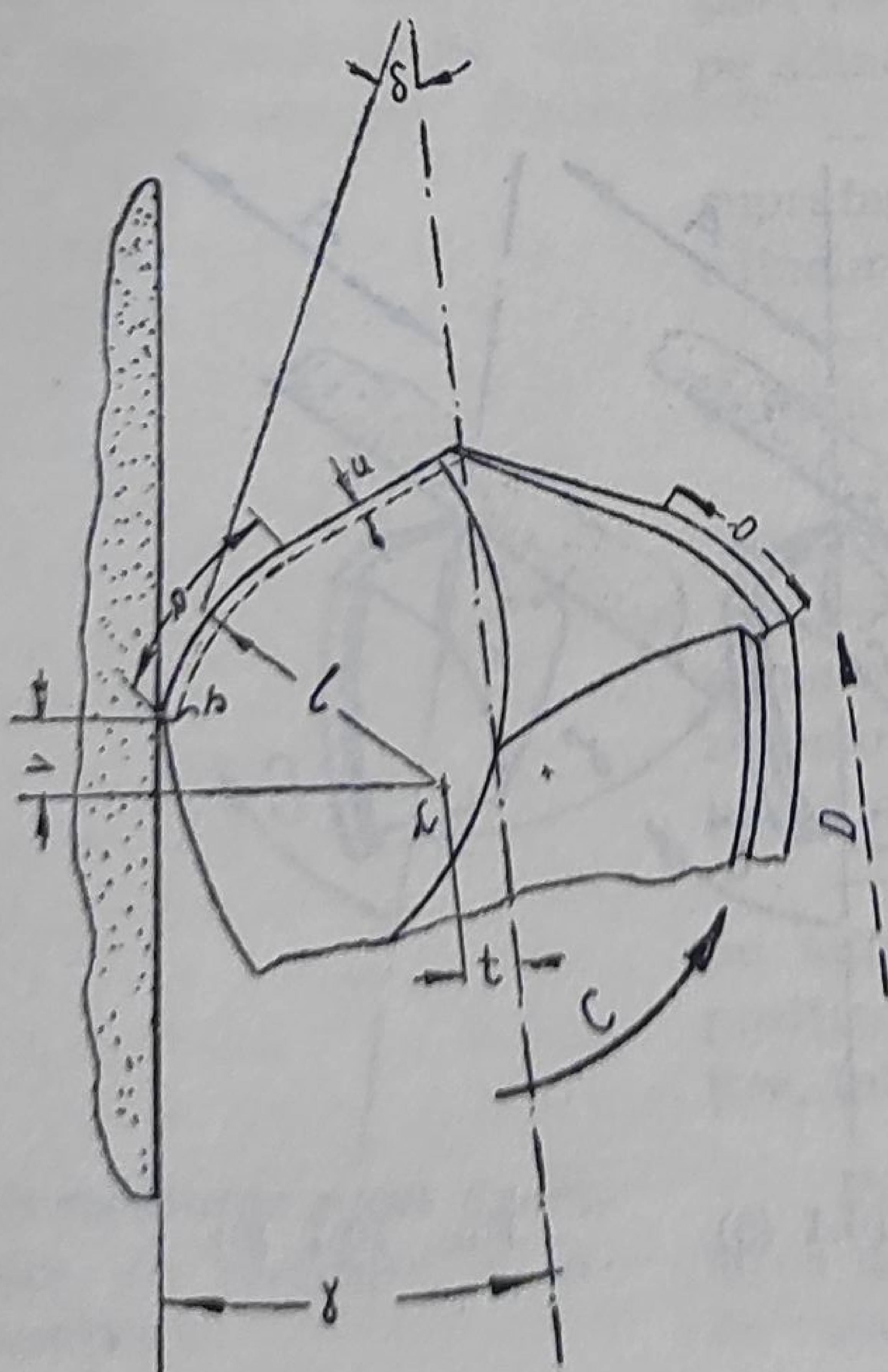


Fig. 10.1 (9)

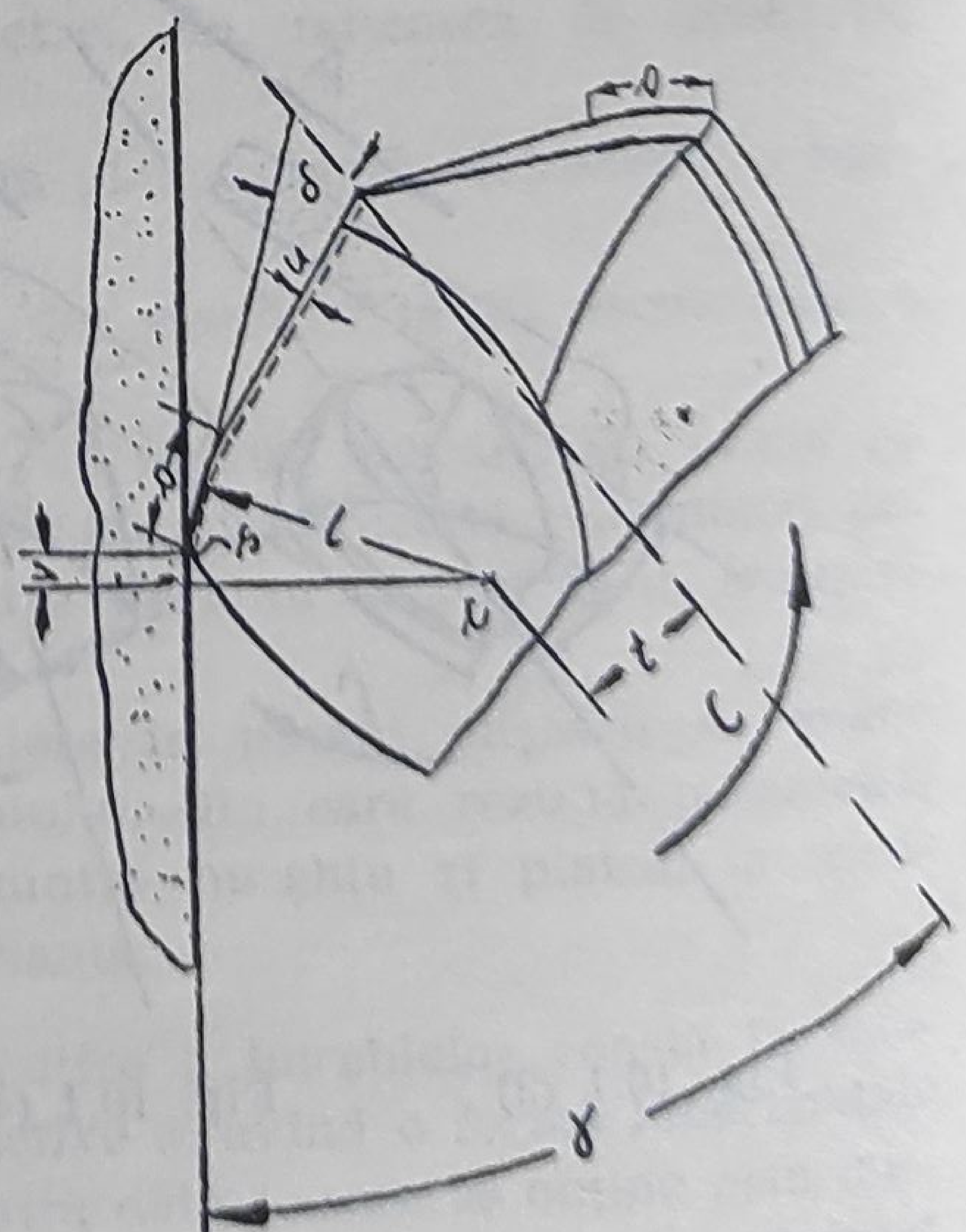


Fig. 10.1 (10)

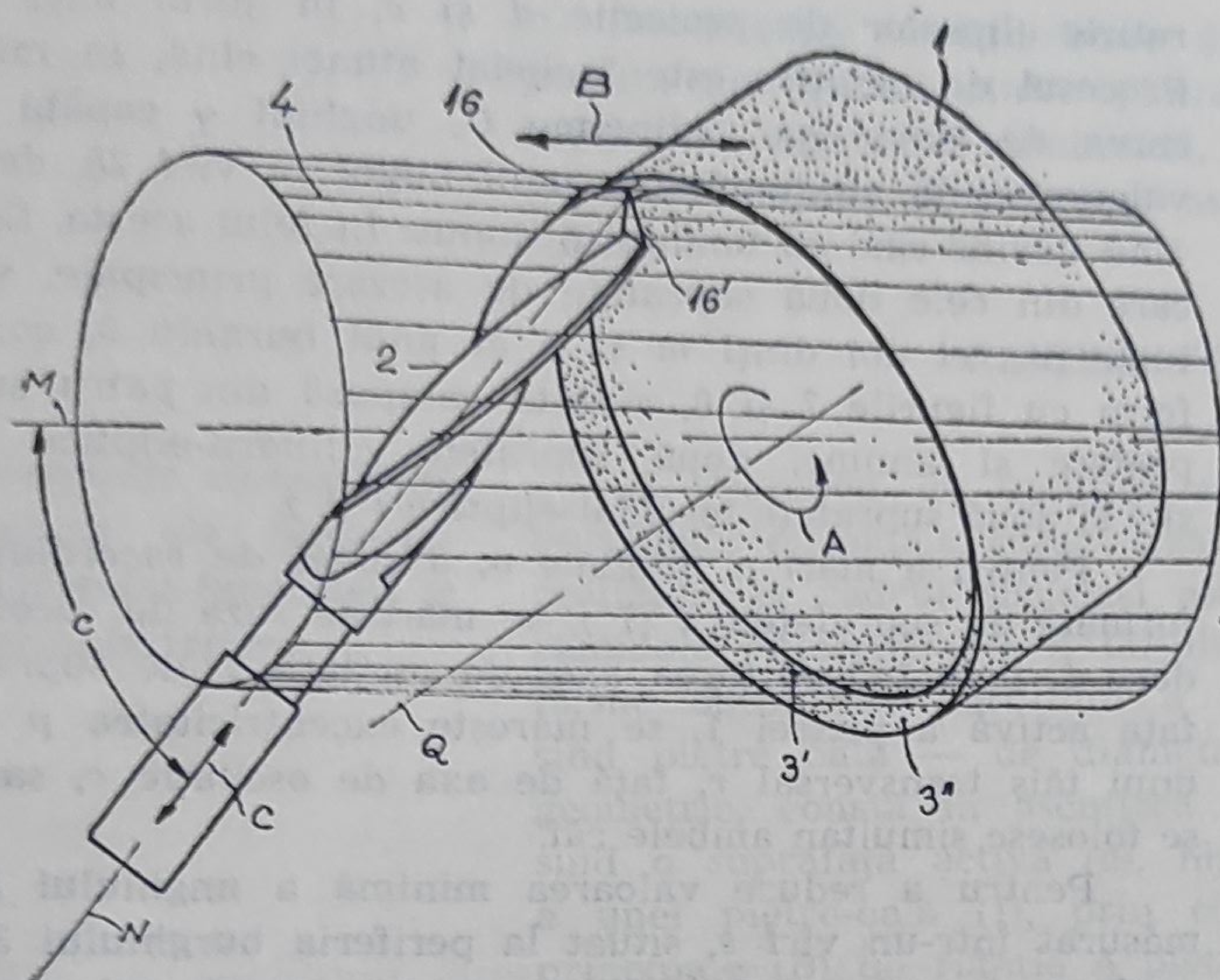


Fig. 10.2. (1A)

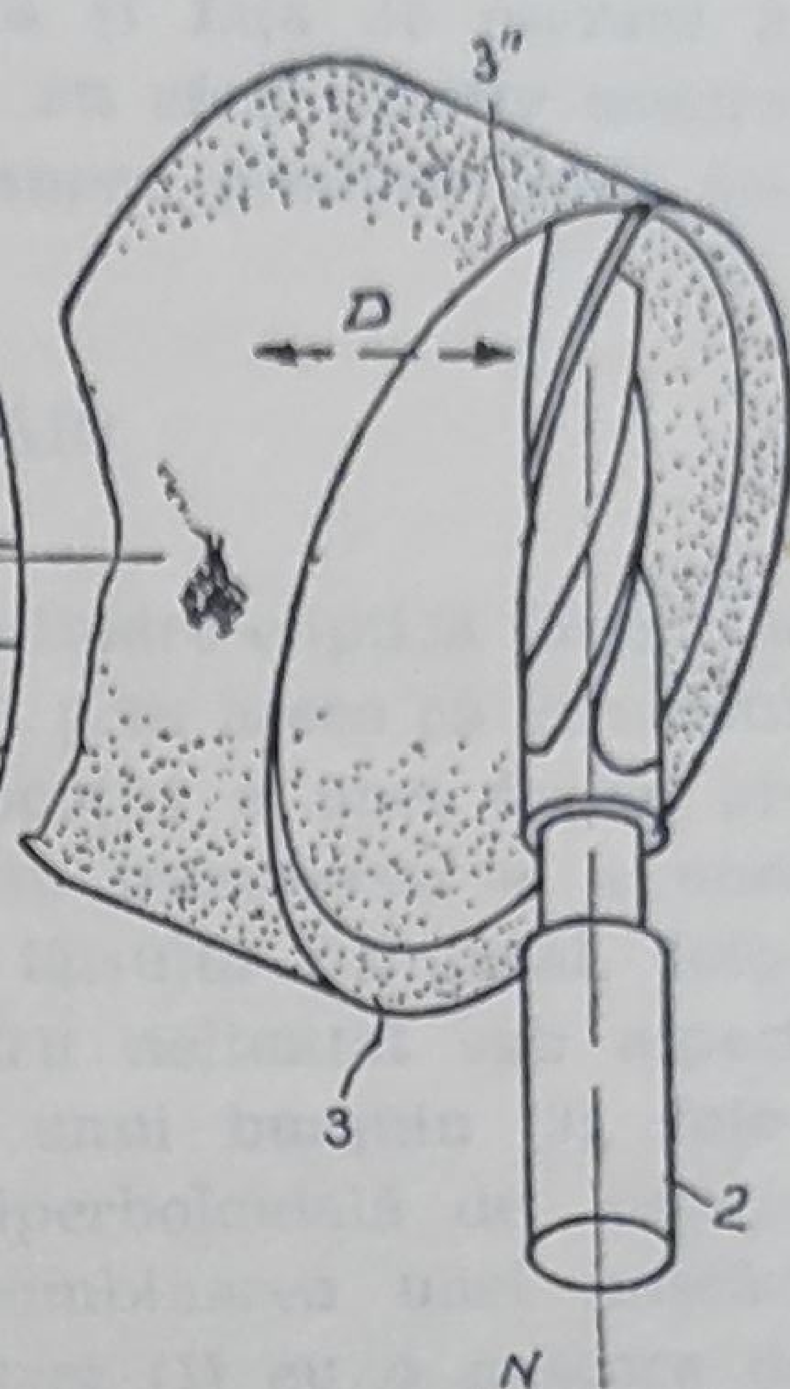


Fig. 10.2. (1B)

în locul axei unui burghiu de ascuţit 3, excentric cu o distanţă b faţă de axa pietrei 1, care este înclinată cu un unghi α în raport cu direcţia avansului longitudinal indicat printr-o săgeată A.

În timpul ascuţirii, burghiul 3 este înclinat cu un unghi β, constant în raport cu planul mişcării de avans longitudinal A şi cu un unghi γ, variabil în raport cu direcţia acestui avans.

Pentru ascuţirea unui burghiu 3, pe lîngă mişcarea de avans longitudinal A se foloseşte o mişcare principală de rotaţie B a pietrei 1 în jurul axei proprii, precum şi o mişcare C, de avans pe adîncime, realizată prin rotaţia lentă în sensul creşterii unghiului γ, a burghiului 3, în jurul unei axe fixe c, perpendiculară pe planul mişcării de avans longitudinal A al axei acestui burghiu.

În urma mişcării de avans longitudinal A a pietrei 1, în raport cu burghiul de ascuţit 3, se realizează corespunzător o mişcare similară a unei elipse de proiecţie a muchiei exterioare d şi respectiv a unei elipse de proiecţie a muchiei interioare e, care delimitează suprafaţa activă a. În acest fel, se generează două porţiuni de cilindri eliptici intersectaţi f şi g, după o muchie rectilinie h. Prin mişcarea de avans pe adîncime C, se realizează două suprafeţe toroidal-eliptice i şi j, intersectate după o muchie k, în formă de arc de cerc, avînd o rază 1, egală cu distanţa de la axa de rotaţie c pînă la suprafaţa activă a pietrei 1.

Zona de racordare formată din suprafeţele i şi j, rezultă de formă dublu toroidal-eliptică, ca urmare a

rotirii elipselor de proiecție d și e, în jurul axei c. Procesul de ascuțire este încheiat atunci cînd, în mișcarea de avans pe adîncime C, unghiul γ capătă o valoare egală cu jumătatea unui unghi la vîrf 2δ, deci cînd devine egal cu unghiul δ impus. În felul acesta, fiecare din cele două suprafețe de așezare principale, situate pe cei doi dinți m și n ai unui burghiu 3, conform cu figurile 7 și 8, rezultă compusă din patru suprafețe și anume, două suprafețe cilindro-eliptice g și f și două suprafețe toroidal-eliptice i și j.

Pentru a mări o lungime o, a zonei de racordare, formată de suprafețele i și j, se mărește raza de racordare 1, prin îndepărtarea axei de oscilație c de suprafața activă a pietrei 1, se mărește excentricitatea p a unui tăiș transversal r, față de axa de oscilație c, sau se folosesc simultan ambele căi.

Pentru a reduce valoarea minimă a unghiului δ măsurat într-un vîrf s, situat la periferia burghiului 3, conform figurilor 7, 8, 9 și 10, se micșorează valoarea inițială a unghiului γ, burghiul 3 se apropie de piatra 1, axa de rotație c păstrîndu-și poziția și concomitent micșorîndu-se o excentricitate t a axei burghiului, față de axa de rotație c, conform figurilor 9 și 10.

Pentru a realiza o anumită grosime u de metal eliminat de pe fața de așezare a burghiului 3, conform cu figurile 9 și 10, vîrful acestuia s se amplasează excentric, cu o distanță v, în raport cu perpendiculara coborîtă din axul de oscilație c, pe suprafața activă a a pietrei 1, creșterea grosimii u realizîndu-se prin mărirea excentricității v, în urma unei deplasări D a burghiului 3 în lungul axei sale, în suportul acestuia, care poate fi o bucșă elastică, o prismă, sau niște fălci de poziționare, fixare, nefigurate în desen. Prin aceasta se obține și o oarecare micșorare a unghiului de atac minim δ, precum și o extindere a porțiunii curbilinii o a tăișului.

Prezentarea avantajelor rezultate din aplicarea invenției

Procedeul conform invenției prezintă următoarele avantaje :

— asigură feței de așezare a burghiului o formă complexă, formată din două suprafețe cilindro-eliptice intersectate, care determină o formă piramidală autocentrantă a tăișului transversal și din două suprafețe toroidal-eliptice, care asigură o formă curbilinie, cu un unghi de atac δ descrescător spre vîrf, ceea ce determină o valoare mare a unghiului la vîrf în această zonă, cu condiții îmbunătățite de evacuare a căldurii și cu efect pozitiv asupra durabilității, care poate să crească de 3...6 ori în raport cu ascuțirile convenționale, în special la prelucrarea fontei și a oțelurilor de duritate mare și medie ;

— asigură condiții bune de ascuțire, întrucît suprafața de contact dintre piatră și fața de așezare a burghiului este mult diminuată, cu efect pozitiv asupra regimului termic de lucru și asupra productivității ascuțirii.

REVENDICĂRI

Prezentarea elementelor originale ale invenției (a formulei invenției) și a revendicărilor

1. Procedeu de ascuțire cilindro-eliptică dublă a burghielor elicoidale, caracterizat prin aceea că în scopul realizării în cadrul aceleiași ascuțiri a unei forme piramidale autocentrante a tăișului transversal și a unei forme optimizate curbilinii a tăișului principal, folosind pietre oală — de diametru nelimitat sub aspect geometric, constă în ascuțirea unui burghiu (3), folosind o suprafață activă *(a)*, hiperboloidală de rotație a unei pietre-oală (1), prin combinarea unei mișcări principale (*B*) de rotație a pietrei (1) cu o mișcare de avans longitudinal (*A*) și cu o mișcare de avans pe adîncime (*C*), realizată printr-o mișcare lentă de rotire a burghiului (3), în planul descris de mișcarea de avans longitudinal *A* a axei acestuia, în jurul unei axe (*c*), perpendiculare pe acest plan.

2. Procedeu de ascuțire cilindro-eliptică a burghielor elicoidale, în conformitate cu revendicarea 1, caracterizat prin aceea că, o zonă de racordare dublu-toroidal-eliptică (*o*) a feței de așezare de bază, dublu-cilindro-eliptice, cu fațeta și spatele detalonat al dintelui (*m*, *n*), se obține prin mișcarea de rotație *C* a elipselor de proiecție *(d, e)*, a muchiilor suprafeței active *(a)*, a pietrei oală 1 în jurul axei de rotație *c*.

3. Procedeu de ascuțire cilindro-eliptică dublă a burghielor elicoidale, în conformitate cu revendicările 1 și 2, caracterizat prin aceea că, pentru creșterea lungimii *o* a zonei racordate de tăiș curbiliniu, se mărește raza de racordare (1), prin îndepărtarea axei c de suprafața activă *a* a pietrei oală 1 se mărește excentricitatea (*p*) a tăișului transversal (*r*) față de axa *c*, sau se folosesc simultan ambele căi.

4. Procedeu de ascuțire cilindro-eliptică dublă a burghielor elicoidale, în conformitate cu revendicările 1, 2 și 3, caracterizat prin aceea că, pentru micșorarea valorii minime a jumătății unghiului la vîrf (δ), se micșorează valoarea inițială a unghiului de înclinare longitudinal (γ), iar axa burghiului se apropie de piatra oală (1).

5. Procedeu de ascuțire cilindro-eliptică dublă a burghielor elicoidale, în conformitate cu revendicările 1, 2, 3 și 4, caracterizat prin aceea că, pentru a elimina o anumită grosime de metal (*u*) de pe fața de așezare

a burghiului 3, vîrful acestuia (*s*) se amplasează excentric cu o distanță (*v*) în raport cu perpendiculara coborîtă de pe axul de rotație *c* pe suprafața activă *a* a pietrei 1, iar creșterea grosimii (*u*) se realizează prin mărirea excentricității *v*, ca urmare a deplasării axiale *D* a burghiului 3 în lungul axei sale, în suportul său, nefigurat.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

Brevet R.S.R. nr. 49703 ; 53622 ; 54538

Brevet S.U.A. nr. 3448545

Brevet R.F.G. nr. 1502529

Invenția din exemplu reprezintă sinteza a două procedee de ascuțire a burghielor elicoidale, ambele aparținînd autorului prezentei lucrări [7], [8], asigurînd avantajul unei forme curbilinii a tăișului principal, cît și cel al formei piramidale autocentrante a tăișului transversal. Evident că, în această situație, titlul noii invenții trebuie să reflecte un analog precedent propriu : „Procedeu de ascuțire cilindro-eliptică dublă a burghielor elicoidale".

Examinatorului îi revine astfel o sarcină relativ ușoară în stabilirea brevetabilității, întrucît are drept prototip o invenție precedentă a aceluiași autor, care deja a fost comparată cu alte procedee de ascuțire a burghielor elicoidale cunoscute.

10.5. Redactarea descrierilor de invenții pentru brevetarea în străinătate

Pentru cazurile în care există perspectiva valorificării în străinătate a invențiilor românești, fie prin export de produse, fie prin licență, este necesară protejarea acestora pe teritoriile respective, prin brevetare.

Descrierile destinate brevetării în străinătate trebuie redactate în limbile oficiale ale țărilor în care se brevetează, după normele de brevetare valabile în aceste țări și care, de regulă, nu diferă de noile norme românești prezentate anterior decît prin detalii nesemnificative, care pot fi ajustate de către procuratorii care reprezintă interesele Camerei de Comerț a R.S.R. pe lîngă Oficiile de Stat străine.

Descrierile trebuie cît mai riguros redactate și cît mai atent traduse, iar autorul trebuie să răspundă cu maximă atenție și răbdare la observațiile, solicitările și eventualele opuneri ale oficiilor de stat pentru invenții.

Aceste activități se prelungesc, de regulă, mai mulți ani ; așa cum rezultă din genericul descrierii din exemplul care urmează, între data înregistrării și acordarea brevetului au trecut 4 ani.

Pentru acelaşi brevet în R.F.G. a trebuit să port o corespondenţă de cca. 5 ani pînă la obţinerea brevetului.

Orice inventator care-şi brevetează invenţiile în străinătate trebuie să aibă în vedere faptul că Oficiile de Stat străine pentru invenţii nu au nici un interes să elibereze brevete unor organizaţii sau inventatori din afara graniţelor ţării, întrucît prin aceasta se acordă avantaje, atît în vederea unui eventual export de produse, cît şi pentru exportul de licenţe sau chiar pentru realizarea unui blocaj tehnic. Brevetele pentru străini se eliberează de aceea numai în cazurile cînd sînt foarte bine redactate şi susţinute şi aceasta numai în virtutea faptului că majoritatea ţărilor sînt semnatare ale Convenţiei de la Paris.

În acest sens, pentru exemplul care urmează de brevetare în S.U.A. a fost necesară prezentarea comparativă, pe bază de desene explicative, prin prezentarea unor tabele de indici de tipul tabelului 9.3., pentru toate cele 8 brevete opuse.

Pentru brevetarea în R.F.G., a fost necesară în special argumentarea privind superioritatea tehnică a noii soluţii în raport cu soluţia firmei engleze Brierley Small Arms ; pentru a fi mai convingător, am suprapus desenele de principiu ale ambelor procedee, executate în culori diferite, din care a rezultat clar avantajul net al procedeului propriu.

10.6. Exemplu de redactare a unei invenţii brevetate în S.U.A.

Denumirea invenţiei este „Procedeu şi maşină pentru ascuţirea burghielor elicoidale“ descrierea rezultînd din reunirea într-o descriere unică a două propuneri de invenţii româneşti deja caracterizate : „Metodă de ascuţire a burghielor elicoidale“ şi „Maşină pentru ascuţirea burghielor elicoidale“, reunire posibilă ca urmare a unităţii obiectivului creaţiei şi a legăturii organice dintre procedeu şi maşină. O astfel de modalitate de brevetare în străinătate este economică întrucît cheltuielile cu brevetarea şi taxele de menţinere se reduc la jumătate.

Subliniem profunzimea cu care s-a realizat cercetarea brevetabilităţii, primul brevet opus aparţinînd lui Bancroft, datînd din anul 1883.

De asemenea, la propunerea Procuratorului din S.U.A., cele patru revendicări iniţiale au fost fragmentate şi refăcute, reformulîndu-se 8 revendicări — toate ulterior ratificate.

UNITED STATES PATENT OFFICE, 3, 448, 545 Panteted June 10, 1969
3, 448, 545

TITLUL, AUTORII, titularul, data înregistrării, clasificarea S.U.A. şi internaţională, nr. de revendicări	METHOD OF AND MEANS FOR SHARPENING TWIST DRILLS Vitalie Belousov, Constantin-Jean Alecsandrescu, Gheorghe Zmau, and Mihaita Stan, Iaşi, Rumania, assignors to Ministerul Industriei Construcţiilor de Maşini, Bucharest, Rumania. Field Sept. 23, 1965, Ser. No. 489, 487 Int. Cl. B24b 7/00, 9/00, 19/00 — 8 Claims U.S. Cl. 51—73.

Rezumatul

ABSTRACT OF THE DISCLOSURE

A twist drill is sharpened by reciprocating it generally rectilineally in a plane passing through the drill axis and along a line including an angle of 40 to 50° with that axis while holding the tip of the drill against a cup-shaped grinding wheel rotating about an axis which is skew to the drill axis and includes with the aforementioned plane an angle of to 50°.

Prezentarea problemei

Our present invention relates to a method of sharpening twist drills and to a machine for carrying out this method.

Prezentarea stadiului cunoscut al tehnicii în problema care face obiectul invenției și critica acestuia

Conventional drill-sharpening technique utilizes flat, cylindrical or conical grinding disks or wheels executing relatively complex motions with reference to the drill to be sharpened. With the use of a cupshaped grinding wheel having a frustoconical inner periphery, for example, each end face or land of the drill may be given its generally conical shape by letting the axis of the rotating wheel revolve about the tip of the drill which comes into contact with the abrasive wheel edge once per revolution. At the moment of contact the drill axis intersects the wheel axis at an acute angle whose magnitude, together with that of the vertex angle of the frustum, determines the apex angle of the drill at the function of its lands; it is therefore necessary to maintain the proper shape of the frustoconical grinding-whell surface by trueing it with the aid of a diamond whenever it is deformed by wear.

Prezentarea generală a soluției tehnice a invenției cu indicarea mijloacelor ce elimină dezavantajele soluțiilor tehnice cunoscute

The general object of our invention is to provide a method of and means for sharpening twist drills in a more efficient manner and with elimination of such trueing step.

This object is realized, pursuant to our invention by positioning the drill with its axis skew to the axis of a cup-shaped grinding wheel and relatively reciprocating the wheel and the drill with a generally rectilineal motion in a plane containing the drill axis and in a direction which includes an acute angle, with the drill axis, the wheel axis also including an acute angle of preferably 40° to 50° with the aforesaid plane. During this reciprocating motion, the tip of the drill is periodically engaged by an inner peripheral edge of the wheel along a contact area which is part of an elliptical cylinder; this imparts to the engaged land of the drill an elliptically cylindrical curvature defining a cutting edge which is much more efficient than that obtainable by standard techniques so that the service life of the drill is three to six times as long as that

of drills conventionally sharpened. Furthermore, since the same circular edge sweeps the entire surface of the land, there is no longer any need for trueing the abrasive face of the grinding wheel.

The relative reciprocation between the wheel motion and the drill support need not be exactly rectilineal but can proceed along an arc of a circle of large radius approximating a strainght line ; thus, a machine for carrying out the aforedescribed method may include a crank drive for oscillating a supporting arm about a fulcrum remote from the region of contact between the drill and the grinding wheel.

Prezentarea pe scurt a figurilor

The invention will be described in greater detail with reference to the accompanying drawing in which ;

Fig. 1A is a perspective view of a grinding wheel and a drill cooperating therewith in accordance with the invention ;

Fig. 1B is a view similar to Fig. 1, showing the drill and the wheel from a different angle ;

Fig. 2 is another view generally similar to fig. 1A, illustrating a further aspect of our improved grinding method ;

Fig. 3A is a side-elevational view of a machine for carrying out the method of FIGS. 1A—1C ;

Fg. 3Bi s an end-elevational view of the machine of Fig. 3A, with a drill in position thereon ; and

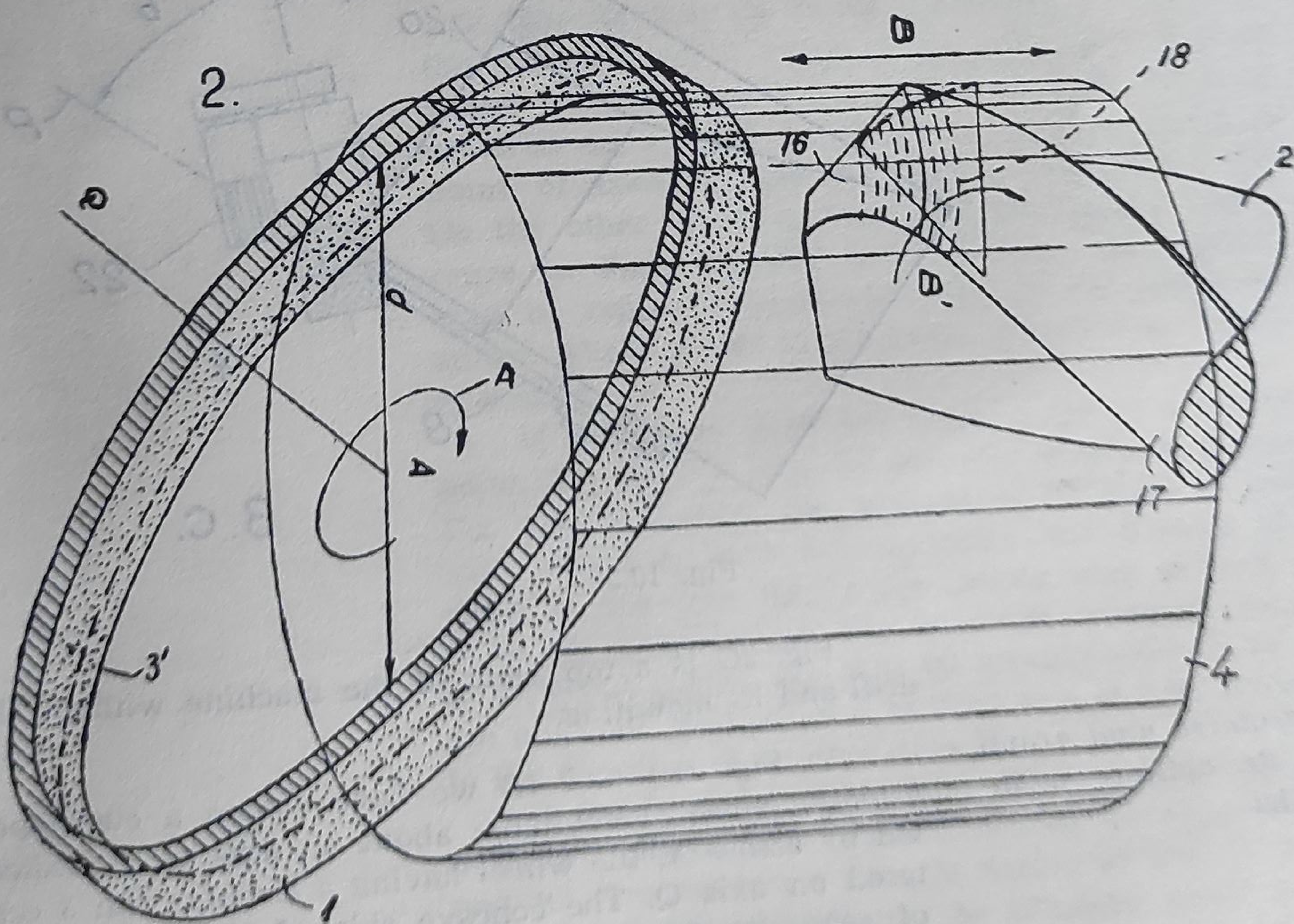


Fig. 10.2. (2)

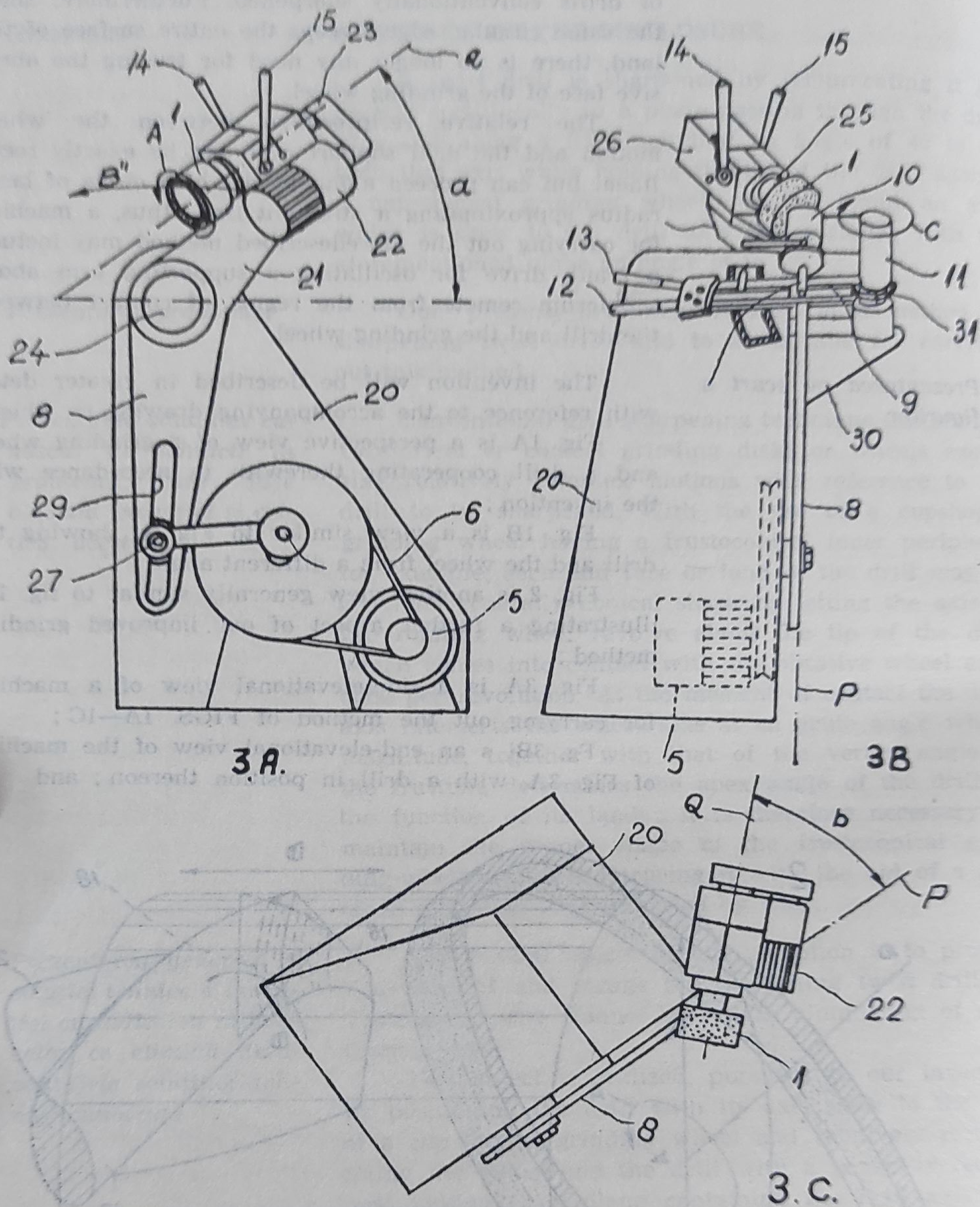


Fig. 10.3.

Fig. 3C is a top view of the machine without the drill and its mounting.

Prezentarea unui exemplu de aplicare a invenției

In Figs. 1A and 1B we have shown a cupshaped grinding wheel 1 rotatable about an axis Q as indicated by arrow A, the wheel having a circular rim 3 centered on axis Q. The concave side of rim 3, which is of generally frustoconical shape, is in contact with a

land 16 of a twist drill 2 having an axis N skew to the wheel axis Q, the wheel 1 and the drill 2 being relatively ascillated in a direction B which includes an angle c with drill axis N. During this relative reciprocation, the rim portion 3 of wheel 1 engages the land 16 of drill 2 along part of the periphery of an imaginary elliptical cylinder 4 whose axis M is parallel to the direction B, the intersection of this cylinder with any plane perpendicularly to axis Q having the shape of a circle whose radius d (Fig. 2) is that of the inner edge 3' of rim 3. As the wheel rotates in the direction A, edge 3' periodically sweeps across land 16 to give it an elliptically cylindrical shape. At the same time, any irregularities developing along the substantially frusto-conical rim surface are automatically evened out by the linear contact between the land 16 and the inner wheel periphery as the drill 2 is slowly advanced along its axis N, to the extent dictated by the desired depth of grind, as indicated by arrow. C. As will likewise be apparent from Fig. 1 A, the auter edge 3" and adjacent portions of rim 3 curve away from the cylinder 4 so as not to participate in the sharpening process proper which is performed exclusively by the inner edge 3'. After the land 16 has been suitably sharpened, the drill 2 may be axially retracted and rotated through 180° for a sharpening of the opposite land 16'.

As illustrated in Fig. 2, a generally toroidal transition zone 18 may be formed between the land 16 and the adjoining drill flank 17 by relatively rotating the wheel 1 and the drill 2 in a direction B' along an arc centered on a point O which is relatively close to the point of contact between drill 2 and wheel rim 3. On the other hand, as described hereinafter with reference to Figs. 3A—3C, the rectilineal reciprocation B may be replaced in practice by an oscillation around an arc whose center is relatively remote from that point of contact.

If the lands 16,16' are to converge at a pyramidal point, the drill 2 may be laterally displaced (arrow D, Fig. 1B) to change the location of its point of contact with wheel 1, with corresponding modification of the shape of the drill tip. If the cutting edge of each land is to be divided into two or three segments inclined at different angles, this may be accomplished by varying the angle of inclination a of drill axis Q with reference to the direction of reciprocation B.

A machine for performing the grinding operation described above has been illustrated in Figs. 3A, 3B and 3C. It comprises a base 20 having an arm 21 Which supports a driving unit for the grinding wheel 1, this unit including a motor 22 and a transmission belt 23.

The shaft of wheel 1 is journaled in a bearing sleeve 25 held in a clamp 26. Mounting arm 21 is swingable about a fulcrum 24 and is integral with an arm 8 linked at 27 with a pitman 7 reciprocated by a crank pin 28 under the control of a drive motor 5 via a transmisison belt 6. The position of coupling 27 along arm 8 is adjustable in a slot 29 thereof to vary effective stroke length of oscillation B which, of course, must be sufficient to carry the working edge 3' across the entire land 16 or 16' (Fig. 1A).

A bracket 30 on base 20 supports a shaft 11 which is rotatable, as indicated by arrow C', and carries a chuck 10 holding the drill 2 to be sharpened. A pair of handles 12, 13 are joined to shaft 11 at opposite sides of a yieldable coupling 31. In order to bring the drill 2 up against the wheel 1, handle 12 may be swung in the direction C' for rapid engagement of the drill with the wheel whereupon this handle may be immobilized by an adjustable detent and handle 13 may be actuated to continue the axial advance of the drill at a reduced rate. If the wheel 1 requires readjustment after a certain amount of wear, clamp 26 as opened by the release of a locking lever 14 and the wheel is axially shifted by rotation of a lever 15 which is connected with the journal 25 of the wheel shaft through a reack-and-pinion drive not shown.

Arrow B" in Fig. 3A represents the aforedescribed arcuate oscillation about fulcrum 24 which replaces the linear oscillation B illustrated in Figs. 1A and 2. This oscillation, as best seen in Fig. 3B, takes place in a vertical plane P which also contains the axis of drill 2. The general direction of the oscillatory motion B" is represented in Fig. 3A by a horizontal line H. The angle of elevation of wheel axis Q with reference to the level H has been shown at a in Fig. 3A and may range between 40° and 50°. A similar angle b is shown in Fig. 3C to to included between wheel axis Q and plane P.

Prezentarea avantajelor rezultate din aplicarea invenției

We have found that, by the use of our improved method and machine, the time for sharpening medium-sized drills can be reduced by 10 to 20 seconds. The operation may be performed without cooling and, for reasons already set farth, does not require any reshaping of the abrasive wheel surface by a diamond inasmuch as the working edge 3' is invariably defined by the inner diameter d (Fig. 2) of the cylindrical wheel portion. The rapid/slow positioning device 11—13 speeds up the ancillary operations, such as the rotation of the drill chuck 10 through 180° after the grinding of the first land. Moreoves, the shape of the cutting faces of the drill

may be widely varied by suitable choice of the relative position of the drill and the wheel.

Prezentarea elementelor originale ale invenției și a revendicărilor

We claim :

1. A method of sharpening twist drills by means of a cup-shaped grinding wheel having an annular edge centered on an axis of rotation, comprising the steps of rotating said wheel about said axis of rotation, holding an end face of a twist drill against the concave side of said annular edge while positioning the drill with its axis skew to said axis of rotation, and relatively reciprocating said drill and said wheel with a generally rectilineal motion in a plane containing the drill axis and in a direction which includes a first acute angle with said drill axis, said axis of rotation including a second acute with said plane.

2. A method as defined in claim 1 wherein said second acute angle ranges between 40° and 50°.

3. A method as defined in claim 1 wherein said drill is advanced along its axis toward said wheel at a rate which is slow compared with the rate of reciprocating motion.

4. A machine for sharpening twist drills, comprising a cup-shaped grinding wheel with an annular edge centered on an axis of rotation ; mounting means journaling said wheel for rotation about said axis ; first drive means for so rotating said wheel ; supporting means for hilding an end face of a drill against the concave side of said edge of said grinding wheel while maintaining the drill axis skew to said axis of rotation; second drive means for relatively oscillating said supporting means and said mounting means with a generally arcuate motion with a long radius in a plane sontaining the drill axis and in a direction including a first acute angle with saic drill axis, said axis of rotation including a second acute angle with said plane ; and feed means for relatively advancing said mounting means and said supporting means toward each other along said drill axis.

5. A machine as defined in claim 4 wherein said second drive means comprises a swingable support for said mounting means, said support having a fulcrum remote from said end face.

6. A machine as defined in claim 5 wherein said second drive means further includes a crank drive forming a junction with said arm and stroke-adjusting means for varying the distance of said junction from said fulcrum.

7. A machine as defined in claim 4 wherein said second acute angle ranges between 40° and 50°.

8. A machine as defined in claim 4 wherein said feed means comprises a first operating member for rapidly moving said drill into contact with said wheel and a second operating member actuatable in an arrested position of said first operating member for slowly advancing said drill along its axis.

BIBLIOGRAFIE

1. * * * — *Legea nr. 62/1974 privind invențiile și inovațiile R.S.R.*
2. LORENZ AL., MUNTEANU S., DINESCU ION, PUȘCAȘU ȘT. — *Invenția și protecția ei*. București, 1978. Curs CEPECA.
3. CHIOREANU ROMUL — *Inventica I*. rev. Știință și tehnică, nr. 10, 1981.
4. * * * — *Norme de redactare a descrierilor de invenții*. Rev. Invenții și Inovații, nr. 3, 1977, pp. 99—105.
5. KICIKIN I. I., SKORNEAKOV E. P. — *Patentnîie issledovania pri kursovom i diplomnom proiektirovanii v vîsșih ucebnîh zavedeniah*. Moskva, Vîssaia școla, 1979.
6. BELOUS V. — *Procedeu de ascuțire cilindro-eliptică dublă a burghielor elicoidale*. Brevet R.S.R., 55361, brevet R.F.G. 21549224, Brevet italian 940729, brevet elvețian 544619, brevet francez 2161510.
7. BELOUS V., ALEXANDRESCU J., ZMEU GH., STAN M. — *Procedeu și mașină de ascuțit burghie elicoidale*. Brevet R.S.R. 44348, brevet S.U.A. 3448545, brevet francez 1458668, brevet elvețian 44342, brevet R.F.G.
8. BELOUS V. — *Procedeu de ascuțire a sculelor așchietoare*. Brevet R.S.R. 54538.
9. * * * — *Bazele protecției creației tehnice originale*. Rotaprint. I.I.S. Sibiu, 1984.

CAPITOLUL XI

LEGISLAŢIA CREAŢIEI TEHNICE

11.1. Scurt istoric asupra legislaţiei privind proprietatea intelectuală

În ţările dezvoltate industrial protecţia proprietăţii industriale şi intelectuale a fost legiferată încă în secolele XVII şi XVIII, primele brevete franceze eliberîndu-se pe timpul lui Napoleon Bonaparte, iar în Belgia şi astăzi este valabilă, cu unele îmbunătăţiri, Legea din 1854 [1].

În 1623 exista o legislaţie privind proprietatea industrială în Anglia, în 1791 în Franţa, în 1810 în Austria, în 1812 în Rusia şi Prusia, iar în 1883 a fost adoptată Convenţia internaţională de la Paris privind protecţia proprietăţii industriale, elaborată de către ţările vest-europene dezvoltate [2], [3].

Legislaţia românească îşi are rădăcinile în „Privilegiile" acordate de domnitorii din Muntenia, Moldova şi Ardeal privind anumite exploatări industriale cu drept de monopol. Uneori acest drept îl obţinea însuşi inventatorul ; astfel în 1840 dr. Zucker obţine dreptul de folosire exclusivă în Ţara Românească, de la domnitorul Al. Dimitrie Ghica, a maşinii de treierat pe care a inventat-o [4].

Spre sfîrşitul secolului XIX—începutul secolului XX, pentru unele invenţii importante se promulgau de către parlament legi speciale, acordînd inventatorului un drept exclusiv de exploatare a invenţiei, stabilind durata dreptului exclusiv. Dintre puţinele cazuri cunoscute, se relatează [4] cel al lui Ion N. G. Daniilescu, căruia, printr-o lege specială, i s-a acordat dreptul exclusiv în 1900 de a fabrica, importa şi a vinde invenţia sa „Plugul sapă".

Ca o necesitate obiectivă în dezvoltarea industrială a României, prin Decretul nr. 102 din 13 ianuarie 1906 a fost promulgată Legea asupra brevetelor de invenţiune, care a constituit un puternic stimulent pentru inventatorii români şi străini, înregistrîndu-se în primul an 700 cereri de brevete, dintre care însă numai 250 ale inventatorilor români şi 450 ale unor solicitanţi străini, pentru aşa-numitele „brevete de importaţiune".

Brevetul nr. 1 a fost acordat căpitanului Ion Constantinescu pentru invenţia „Săpătoarea românească — Stefania" [5] (fig. 11.1) cu două lame în mişcare verticală alternativă. În acelaşi an 1906, Gogu Constantinescu obţine primele sale două brevete româneşti.

Legislaţia din 1906 a fost în vigoare în exclusivitate pînă în anul 1950, cînd, în paralel, s-a introdus o nouă legislaţie (H.C.M. 943/1950)

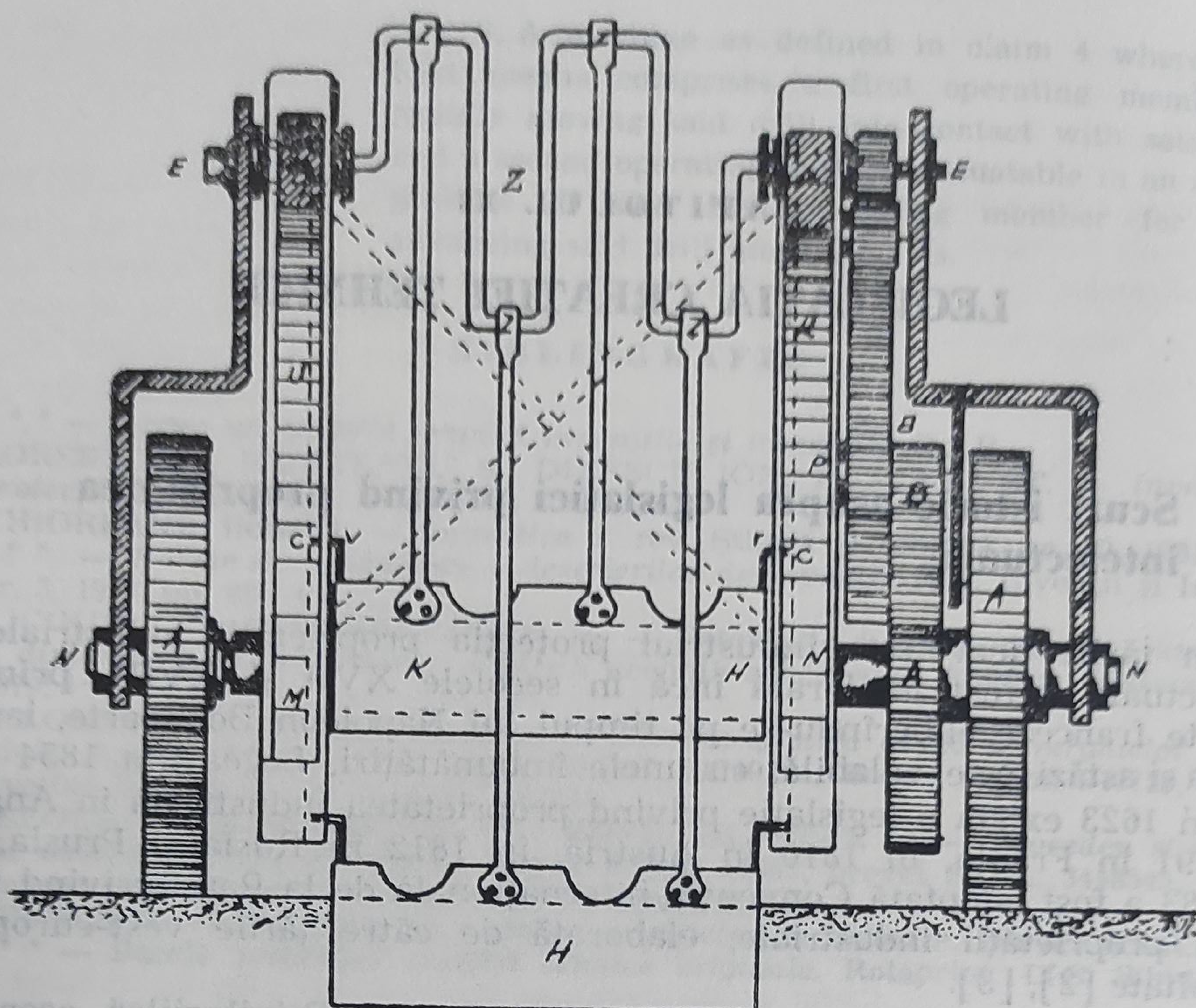


Fig. 11.1.

și s-a înființat Comitetul pentru invenții și descoperiri, al cărui continuator este actualul Oficiu de Stat pentru Invenții și Mărci.

S-a introdus pentru prima dată efectuarea unui examen de fond cu privire la noutatea soluției în raport cu soluțiile tehnice cunoscute pe plan mondial și la progresul tehnic rezultat prin aplicarea sa în producție, crescînd substanțial calitatea brevetelor și certificatelor de autor românești.

Prin Decretul 884/1967 s-a creat o uniformizare a modului de rezolvare a cererilor de brevete, indiferent dacă erau sau nu cesionate statului, introducîndu-se și examinarea prealabilă, ceea ce a contribuit și mai mult la ridicarea calitativă a invențiilor românești. Este semnificativ în acest sens faptul că inventatorii români au obținut începînd cu anul 1968 peste 100 medalii de aur la saloanele și expozițiile internaționale de invenții.

11.2. Legislația românească actuală privind invențiile

Din 30 octombrie 1974 este în vigoare Legea 62 privind invențiile și inovațiile, Decretul Consiliului de Stat nr. 93 din 16 aprilie 1966 privind normele pentru calcularea recompenselor bănești cuvenite autorilor invențiilor aplicate în economia națională și Decretul Consiliului de Stat nr. 363 din 2 noiembrie 1976 privind taxele pentru cererile de brevet de invenție și pentru brevetele de invenție.

11.3. Reglementări privind implementarea progresului tehnic

În R.S.R., reglementarea procedurii de realizare a progresului tehnic prin noi produse cu performanţe sporite este realizată prin anexa G la H.C.M. 900/1970 şi prin Ordinul 130 al Ministerului Industriei Construcţiilor de Maşini referitoare la proiectarea maşinilor, utilajelor, aparatelor şi instalaţiilor tehnologice care urmează a fi asimilate şi ridicarea calităţii produselor la nivelul tehnicii actuale. În conformitate cu aceste reglementări, asimilarea produselor noi se face pe baza planului de introducere a progresului tehnic şi de îmbunătăţire a calităţii producţiei, care se consideră finalizat numai în momentul încheierii fazei de pregătire a fabricaţiei, omologării şi punerii în fabricaţie a primului lot de produse. Concepţia, proiectarea, realizarea, experimentarea şi omologarea în vederea producţiei de serie a noilor produse concepute este planificată, fie prin planul de stat, fie prin planul departamental la capitolul „Produse noi".

Planul tehnic departamental se defalcă şi se urmăreşte pe toate fazele înscrise, care de regulă sînt : studiul tehnico-economic, proiectul tehnic, documentaţia de execuţie, prototip (model experimental), prototip omologat (prototip industrial), pregătirea fabricaţiei, inclusiv omologarea seriei zero. Graficul întocmit în acest scop trebuie să cuprindă : denumirea produsului nou, termenele de elaborare (luna) pentru STE, PT şi DE, elaboratorul/colaboratorul şi uzina executantă/beneficiar. Normativele prevăd obligativitatea verificării de către Comisia de omologare a următoarelor aspecte :

— *la omologarea prototipurilor*, dacă produsul a fost executat conform documentaţiei şi cu gradul de integrare stabilit, dacă a fost verificat cu rezultate corespunzătoare la toate condiţiile prevăzute în documentele care au stat la baza asimilării, dacă este la un nivel de calitate corespunzător produselor similare fabricate pe plan mondial, dacă sînt asigurate condiţiile de protecţie a muncii, dacă materialele şi toleranţele prescrise au justificare tehnico-economică.

— *la omologarea finală (de serie zero)*, dacă piesele şi operaţiile tehnologice prevăzute a fi realizate de întreprindere s-au efectuat la locurile de muncă unde urmează să se facă fabricaţia de serie, dacă au fost efectuate cu rezultate corespunzătoare pe produsele din seria zero şi consemnate în documentele de încercări toate verificările prevăzute în documentele tehnice normative (standarde de stat, norme interne), dacă toate piesele şi operaţiile tehnologice prevăzute a fi realizate în întreprindere s-au executat în condiţiile precizate în documentaţia tehnologică, existînd pentru toate operaţiile, documentele de omologare, dacă documentaţia tehnologică cuprinde tehnologia de control ca parte integrantă a tehnologiei de fabricaţie, dacă precizia de execuţie a operaţiilor şi pieselor realizate corespunde documentaţiei tehnice, iar rezultatul măsurătorilor efectuate pentru mărimile tolerate sînt consemnate în fişe de măsurători, dacă s-au aplicat recomandările stabilite la omologarea preliminară, dacă s-a realizat încadrarea în normele de consum, efortul valutar necesar pentru fabricaţia de serie şi programul de integrare.

BIBLIOGRAFIE

1. REASENȚEVA V. A. — *Patentovedenie*. Moskva. Mașinostroenie, 1976.
2. IANCU VASILE — *Privire retrospectivă asupra evoluției legislației privind protecția juridică a invențiilor în România*. Revista invenții și inovații, nr. 2/ 1981.
3. IANCU ȘTEFAN, BĂDĂRĂU ALEXEI — *Protecția creației tehnice în România*. Ibid., pp. 60—65.
4. CAMENIȚĂ ION — *Apariția și dezvoltarea primelor forme de protecție a creațiilor tehnice pe teritoriul României*. Ibid., pp. 47—51.
5. DOBRE VASILE — *La a 75-a aniversare a primei legislații de invenții din România*. Revista invenții și inovații, nr. 1/1981.
6. * * * — *Legea 62/1974 privind invențiile și inovațiile*.
7. * * * — *Decretul nr. 93/1976 privind normele pentru calcularea recompenselor bănești cuvenite autorilor invențiilor aplicate în economia națională*.
8. * * * — *Decretul 363/1976 privind taxele pentru cererile de brevete de invenții și pentru brevetele de invenții*.
9. ARAKAMA-ZANRAQUIN ERNESTO — *Convenția de la Paris și țările Americii Latine*. Comentariu de ing. V. Dobre în Rev. „Invenții și Inovații", nr. 2/1976.
10. CAMENIȚĂ ION — *Acordul încheiat între Organizația Națiunilor Unite și Organizația Mondială privind proprietatea intelectuală, prin care O.M.P.I. dobîndește calitatea de instituție specializată a O.N.U*. Rev. „Invenții și Inovații", nr. 4/1975.
11. * * * *Hotărîrea Consiliului de Miniștri 900/970*.
12. * * * — *Ordinul 130 al Ministerului construcției de mașini*.

CAPITOLUL XII

OPTIMIZAREA

Optimizarea subansamblelor și pieselor din structura propriei creație reprezintă o etapă de maximă importanță pe care trebuie s-o parcurgă inventatorul pe complexul traseu al inventicii.

Optimizarea, proces prin excelență; logic, poate fi realizată atît pe cale analitică cît și pe cale experimentală, frecvent cele două metode se folosesc ca metode complementare.

În proiectarea creativă, în special cînd obiectul creației diferă radical de realizările cunoscute și larg experimentate, optimizarea matematică trebuie în mod obligatoriu completată cu culegerea datelor experimentale pe baza modelului experimental sau a prototipului experimental. În acest sens, dacă în cazul inventării unor noi scule așchietoare se procedează la optimizarea parametrilor geometrici, calea cea mai rapidă și cea mai precisă nu este cea analitică, ci cea a experimentului direct, în care prin încercări de uzură-durabilitate (funcția scop—criteriul de optimizare fiind durabilitatea, care trebuie maximizată) se stabilesc curbele de variație ale criteriului de optimizare funcție de parametrii geometrici (unghiul de așezare, de degajare, de atac etc.) din care se extrag direct valorile acestor parametri care asigură maximul. Din graficele de variație ale durabilității T funcție de unghiul de degajare γ (fig. 12.1) de așezare α (fig. 12.2) sau de atac $\varkappa$ (fig. 19.3) rezultă direct valorile optime ale acestora ($\gamma = 2°$, $\alpha = 10°$, $\varkappa = 30°$

În aceste cazuri, există o optimizare prealabilă, aproximativă, prin extrapolarea parametrilor optimi de la sculele cele mai apropiate sub aspect constructiv-funcțional de soluția proprie, adîncirea optimizării realizîndu-se pe cale experimentală.

Dar și în cazul sculelor așchietoare, atunci cînd există mai multe funcții scop, care trebuie maximizate sau minimizate, în condițiile existenței unor restricții, este necesar să se apeleze la metode matematice.

Pînă în etapa elaborării proiectului de execuție, pe traseul proiectării creative, inventatorul s-a întîlnit deja cu probleme de optimizare; însăși conceperea schemei de bază constructiv-funcționale reprezintă în mare măsură o rezolvare calitativă a unei probleme de optimizare. Unele din tehnicile logice de creație reprezintă în același timp tehnici de optimizare. Este suficient de amintit tehnica de căutare morfologică ponderată—selectivă prin divizarea pe submorfologii, în care soluția optimă se obține prin programarea dinamică și algoritmul Bellman, expuse în capitolul 7.

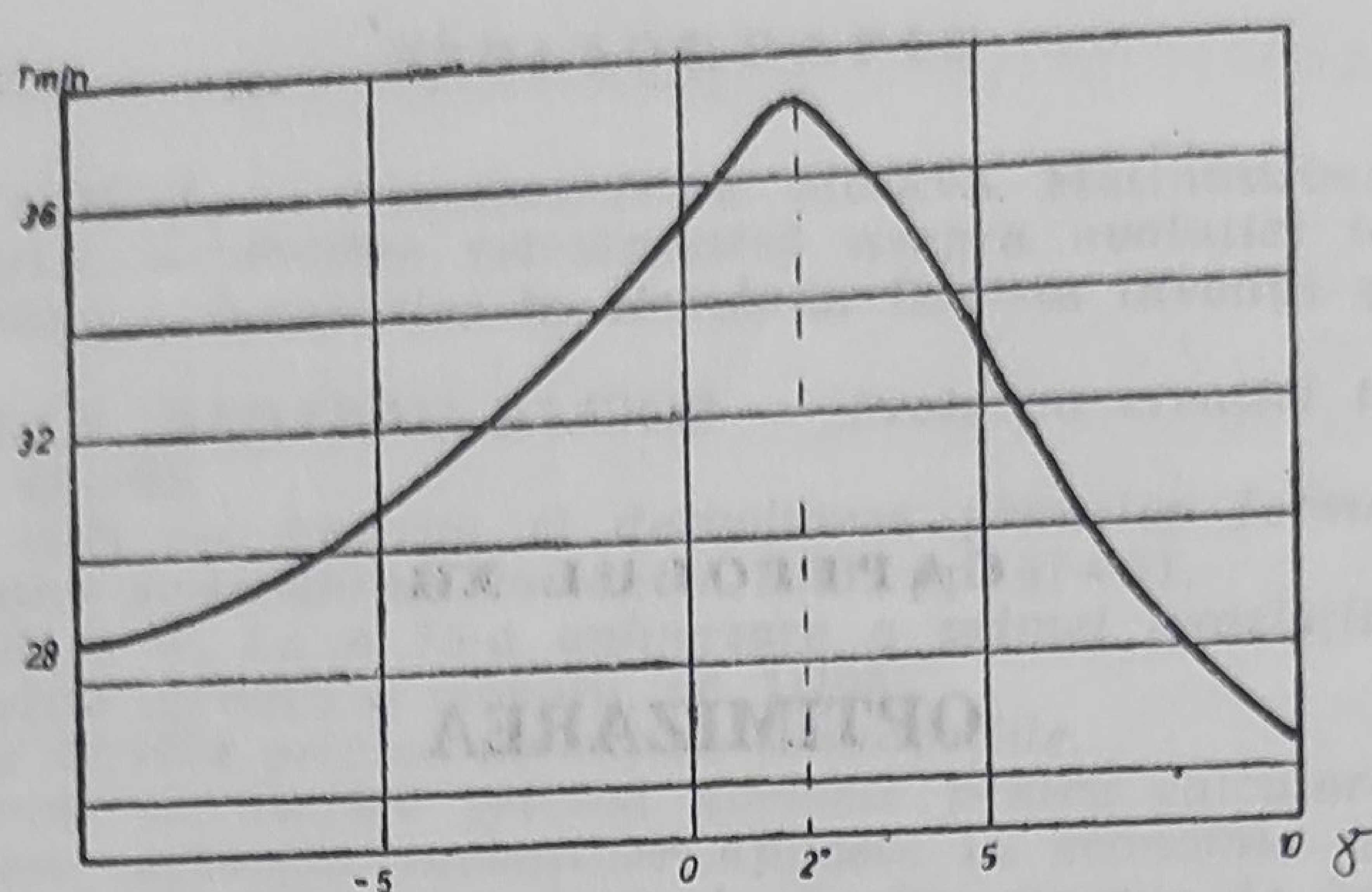


Fig. 12.1

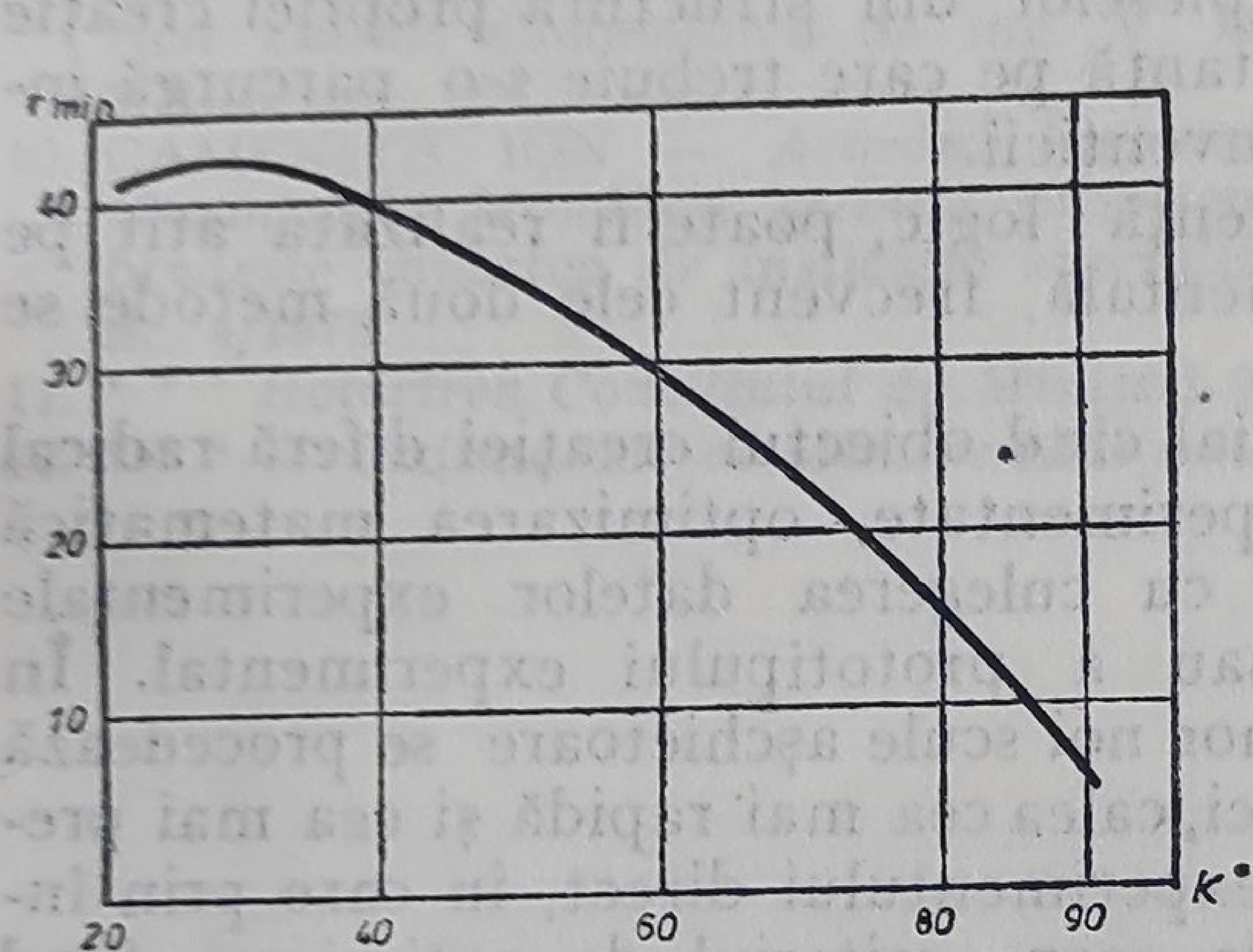


Fig. 12.2.

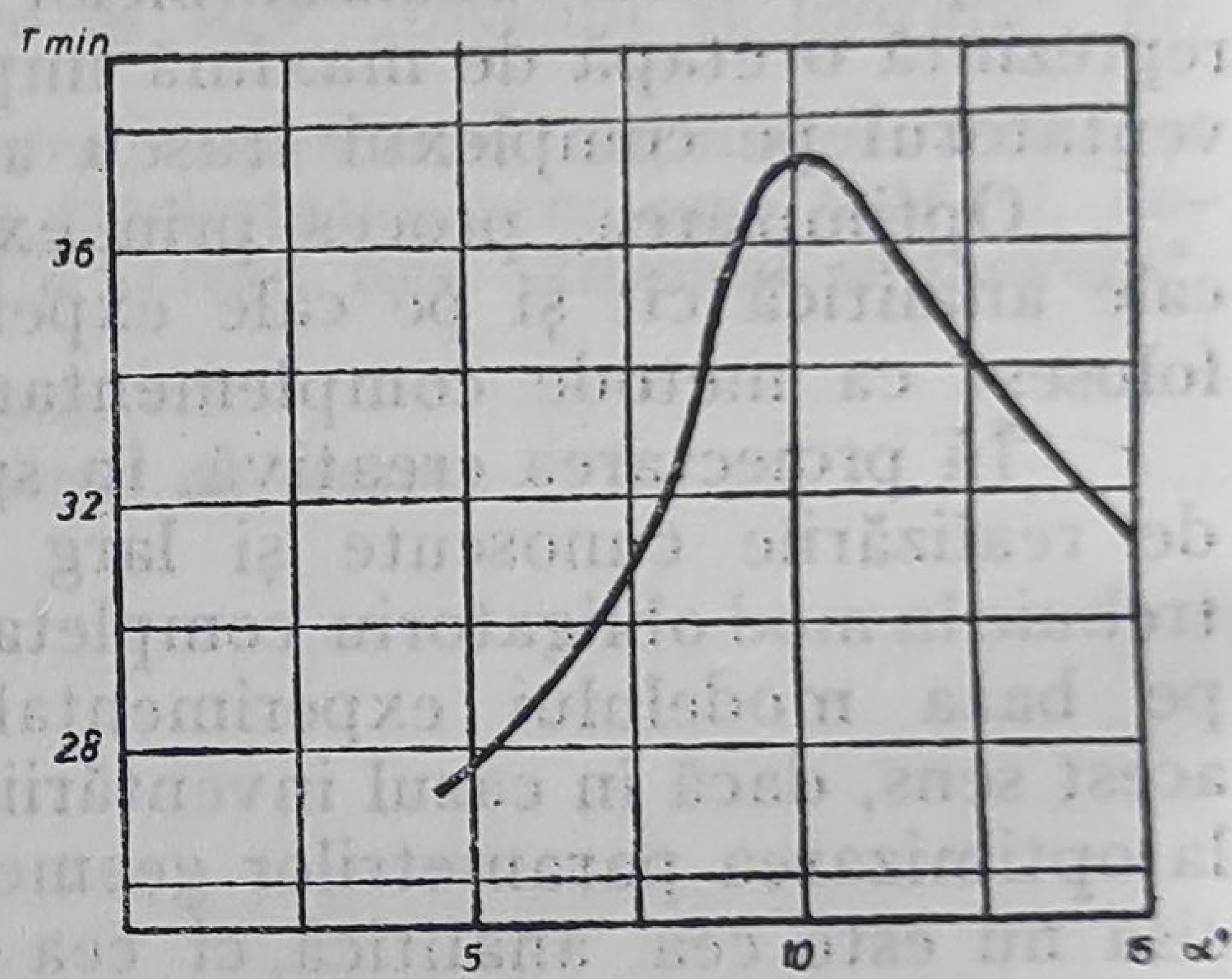


Fig. 12.3.

Prin urmare, în prezentul capitol se prezintă optimizarea nu a ansamblului, această operație fiind epuizată direct în procesul de creație, ci a subansamblelor și organelor componente, etapă de maximă importanță pentru punerea în valoare a noii soluții.

Multe din invenții se pierd nejustificat tocmai datorită faptului că nu se insistă suficient pentru punerea la punct a acestora, etapă în care optimizarea joacă rolul de bază.

Uneori calea optimizării este deosebit de laborioasă, în special în cazurile cînd în realizarea funcției scop participă un număr mare de parametri, cu legături complexe, sau cînd intervin elemente biologice foarte greu sau chiar imposibil de modelat matematic. În àceste cazuri, se preferă optimizarea experimentală a anasamblului de parametri pe rînd și treptat, imprimînd în sens determinat modificări fiecărui parametru, pînă la obținerea extremului funcției scop—a criteriului de optimizare.

În acest sens, pentru optimizarea parametrilor de bază ai unui nou mecanism de acționare a bicicletelor, nu este suficient să se stabilească funcția scop și parametrii care o determină numai pentru mecanism (ușor de modelat matematic) ci și pentru ansamblul ciclist-bicicletă (practic imposibil de modelat cît de cît fidel). În acest din urmă caz este necesar să se adopte calea experimentală de optimizare pe stand sau la șosea.

Funcția scop-criteriu de optimizare la optimizarea pe stand este dată de exemplu de raportul dintre lucrul mecanic dezvoltat și cantitatea ce oxigen consumată, condițiile de optimizare fiind mai stabile, în timp ce la încercările de șosea, funcția scop poate fi reprezentată de media orară, condițiile de experimentare fiind însă mult mai puțin stabile (temperatură, vînt etc.).

Pentru optimizarea parametrilor de bază ai mecanismului levier-oscilant culisă dublu invers profilat, pe care l-am inventat în 1970 [1], a trebuit ca timp de 10 ani să parcurg peste 50 000 km., mereu pe același traseu, pentru asigurarea unui grad ridicat de obiectivitate a rezultatelor medii obținute statistic.

Optimizarea în acest scop reprezintă rezultatul unui șir continuu de îmbunătățiri obținute pe cale experimentală. Aici optimizarea nu se referă la soluția de principiu, optimizată direct în procesul creației, ci la ansamblul parametrilor care asigură succesul noii idei.

Optimizarea de fond, directă din procesul creației, trebuie adîncită prin optimizarea de amănunt. Optimizarea funcțională trebuie întregită prin optimizarea organologică.

12.1. Conținutul procesului de optimizare

Termenul de optimizare provine de la termenul *optimum* introdus de Leibnitz, după cuvîntul latin *optimus*—cel mai bun, cuvînt derivat la rîndul său de la numele zeiței sabinilor Opa, a fertilității și recoltei [2].

Procesul în care se maximizează caracteristica calitativă a proprietăților dorite ale obiectului sau se minimizează caracteristica calitativă a unei proprietăți nedorite, poartă denumirea de optimizare. Partea din matematică destinată studiului maximelor și minimelor precum și determinării cantitative a acestora a căpătat denumirea de teoria optimizării.

Proiectarea optimală poate fi definită ca un proces de optimizare a funcțiilor folosite în problemele de proiectare tehnică.

Elemente de optimizare sînt cunoscute de multă vreme; axioma lui Euclid, în conformitate cu care linia cea mai scurtă dintre două puncte este linia dreaptă, a fost cunoscută și de topometrii din timpul faraonilor. În Eneida lui Virgiliu, Didona a rezolvat optimal cuprinderea unei suprafețe maxime, printr-o lungime determinată a perimetrului.

Etape importante în dezvoltarea teoriei optimizării sînt marcate de lucrările lui Fermat (sec. XVII), care a stabilit că în zonele de maxim sau minim viteza de variație a funcției tinde spre zero, de lucrările lui Bernoulli, Euler și Lagrange (sec. XVIII), referitoare la rezolvarea problemelor de minimizare a timpului traiectoriilor, care au pus bazele calculului variațional.

Dezvoltarea teoriei moderne a optimizării este legată de lucrările lui L. V. Kantorovici și J. Danzig, fondatorii programării liniare, P. Bellman, fondatorul programării dinamice, K. Zener și P. Daffin, fondatorii programării geometrice etc.

Formularea matematică generală a problemei tehnice de optimizare este următoarea: [3]:

Să se stabilească valorile parametrilor

$$x_1, x_2, x_3, \ldots\ldots x_n$$

pentru care, funcţia scop

$$F = F(x_1, x_2, x_3 \ldots\ldots x_n)$$

capătă o valoare maximală sau minimală, în condiţiile unor restricţii funcţionale (ecuaţii):

$$\begin{aligned} f_1 &= f_1(x_1, x_2, x_3 \ldots x_n) = 0 \\ f_2 &= f_2(x_1, x_2, x_3 \ldots x_n) = 0 \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots \\ f_m &= f_m(x_1, x_2, x_3 \ldots x_n) = 0 \end{aligned} \qquad 12.2$$

şi a unor restricţii spaţiale (inecuaţii)

$$\begin{aligned} l_1 &= l_1(x_1, x_2, x_3 \ldots x_n) \leq L_1 \\ l_2 &= l_2(x_1, x_2, x_3 \ldots x_n) \leq L_2 \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots \\ l_n &= l_p(x_1, x_2, x_3 \ldots x_n) \leq L_p \end{aligned} \qquad 12.3$$

Ca factori de bază în construcţia creativă de maşini pot fi citaţi:
— factori legaţi de resurse;
— factori tehnici;
— factori umani.

Printre factorii legaţi de resurse, mai importanţi sînt: timpul, sursele de finanţare, posibilităţile industriale.

Printre factorii tehnici se pot cita: gabaritul, forma, greutatea globală şi a organelor componente, rezistenţa, rigiditatea, vibraţiile, frecvenţa oscilaţiilor proprii, legea 1 a termodinamicii, legea 2 a termodinamicii, efectele electrice, efectele magnetice, coroziunea, oboseala termică şi mecanică, fluajul, transmisibilitatea căldurii prin conducţie, convecţie, radiaţie, efectele termice, rezistenţa hidrodinamică, cantitatea de mişcare, uzura, lubrificaţia, inerţia etc.

Factorii tehnici sînt de regulă exprimabili matematic şi determină unul din cele trei tipuri de restricţii: *funcţionale*, *spaţiale* şi *extremale*.

Restricţiile funcţionale reprezintă de regulă stabilirea riguroasă a caracteristicilor de lucru, a parametrilor de intrare şi ieşire şi se exprimă prin ecuaţii (egalităţi) de tipul : lungimea trebuie să fie de 30 mm, presiunea trebuie să fie de 20 bari, deformaţia trebuie să fie de 1 mm etc.

Restricţiile spaţiale diferă de cele funcţionale prin faptul că sînt limitative, exprimabile prin inecuaţii (inegalităţi), ca de exemplu : rugozitatea trebuie să fie sub 0,8 μm, lungimea nu trebuie să depăşească 40 mm, consumul de conbustilbil nu trebuie să depăşească 10 1/100 km etc.

Restricţiile extremale sînt de fapt cele care au condus la dezvoltarea teoriei optimizării, formulîndu-se de regulă în felul următor: lungimea trebuie să fie cît mai mică, media orară trebuie să fie cît mai mare, consumul de combustibil pe cal putere trebuie să fie cît mai mic etc.

În cazurile concrete de optimizare pot fi folosite diferite metode sau combinații ale acestora, printre care cele mai cunoscute sînt:

— metoda diferențierii;
— metoda variabilelor dublate (metoda Zener);
— metoda multiplicatorilor lui Lagrange;
— metodele numerice;
— programarea liniară;
— calculul variațional;
— programarea geometrică.

12.2. Optimizarea prin metoda diferențierii

În condițiile cînd restricțiile funcționale lipsesc, iar cele de ordin spațial pot fi temporar neglijate, optimul parametrilor poate fi determinat direct prin anularea derivatelor funcției scop—a criteriului de optimizare, F, funcție de parametrii $x_1, x_2, \dots x_n$,

$$\frac{\partial F}{\partial x_1}=0 \quad \frac{\partial F}{\partial x_2}=0 \dots\dots \frac{\partial F}{\partial x_n}=0 \qquad 12.4$$

În cazul unui singur parametru x_1, metoda este echivalentă grafic cu găsirea unui punct de pe curba $F=F(x_1, x_2)=0$, în care tangenta are unghiul de înclinare nul.

În cazul a doi parametri x_1, și x_2, metoda este echivalentă grafic cu găsirea unui punct de pe suprafața $F(x_1, x_2, x_3)=0$, în care planul tangent are înclinarea nulă.

Pe această bază, în unele cazuri, cînd se cunosc curbele experimentale, $F(x_1)=0$, $F(x_2)=0 \dots F(x_n)=0$, iar aceste curbe admit maxime sau minime, valorile optime ale parametrilor x_1, $x_2 \dots x_n$ se determină direct de pe aceste curbe, ca valori care asigură extremul funcției. De exemplu, în cazul optimizării experimentale a unghiurilor de așezare α, de degajare γ, de atac, admițînd un singur criteriu de optimizare—o singură funcție scop—durabilitatea T, aceste valori optime se extrag direct de pe curbele experimentale fără a mai fi necesară prelucrarea matematică și punerea în ecuație a acestora urmate de anularea derivatelor corespunzătoare (figurile 12.1; 12.2; 12.3).

În cele ce urmează se prezintă un exemplu de optimizare a unei noi soluții de freză frontală cu dinți demontabili, obiect al unor invenții brevetate în anii 1968—1970. [4], [5], [6].

La această categorie de scule ascuțirea se realizează printr-o rectificare continuă (fără să se apeleze la divizare) prin modificarea poziției dinților tronconici, consecință a rotirii acestora în jurul axelor proprii, cu unghiul de așezare transversal impus. Această dublă poziționare a dinților (pentru lucru și pentru reascuțire) introduce însă niște bătăi radiale ΔR, cu efect negativ asupra uniformității frezării, calității suprafeței frezate și a însăși durabilității.

În consecință, pentru optimizarea noului tip de freză, s-a introdus ca *funcție scop — criteriu de optimizare, bătaia radială* ΔR, *pentru care s-a pus condiția de minim.*

Abaterile referitoare la precizia de execuție a găurilor pentru știfturile 1 din corpul cuțitelor, a canalelor de poziționare 2, 3 și 4, precum și

erorile subiective legate de rotirea manuală a dinților în locașurile conice se traduc prin abateri unghiulare, la poziționarea dinților pentru reascuțire sau pentru lucru (fig. 12.4).

Introducerea unei erori unghiulare de poziționare $\Delta\varepsilon$ determină deplasarea punctului considerat de pe tăiș din poziția teoretică M, corespunzătoare unui unghi de poziție ε, în poziția M_1, corespunzătoare unghiului $\varepsilon+\Delta\varepsilon$; prin aceasta, se introduce o bătaie radială ΔR, dată de diferența razelor R și R' funcția scop exprimîndu-se:

$$F=\Delta R=R-R' \qquad 12\text{-}5$$

Din triunghiul OO_1M, în care $OM_1=R'$, $OM=R$, $O_1M=r$, iar $OO_1=R_1$

rezultă
$$R=\sqrt{R_1^2+r^2+2rR_1\cos\varepsilon}$$
$$R'=\sqrt{R_1^2+r^2+2rR_1\cos(\varepsilon+\Delta\varepsilon)}$$

și respectiv,

$$\Delta R=R-R'=\sqrt{R_1^2+2rR_1\cos\varepsilon}-\sqrt{R_1+r^2+2rR_1\cos(\varepsilon+\Delta\varepsilon)} \qquad 12.6$$

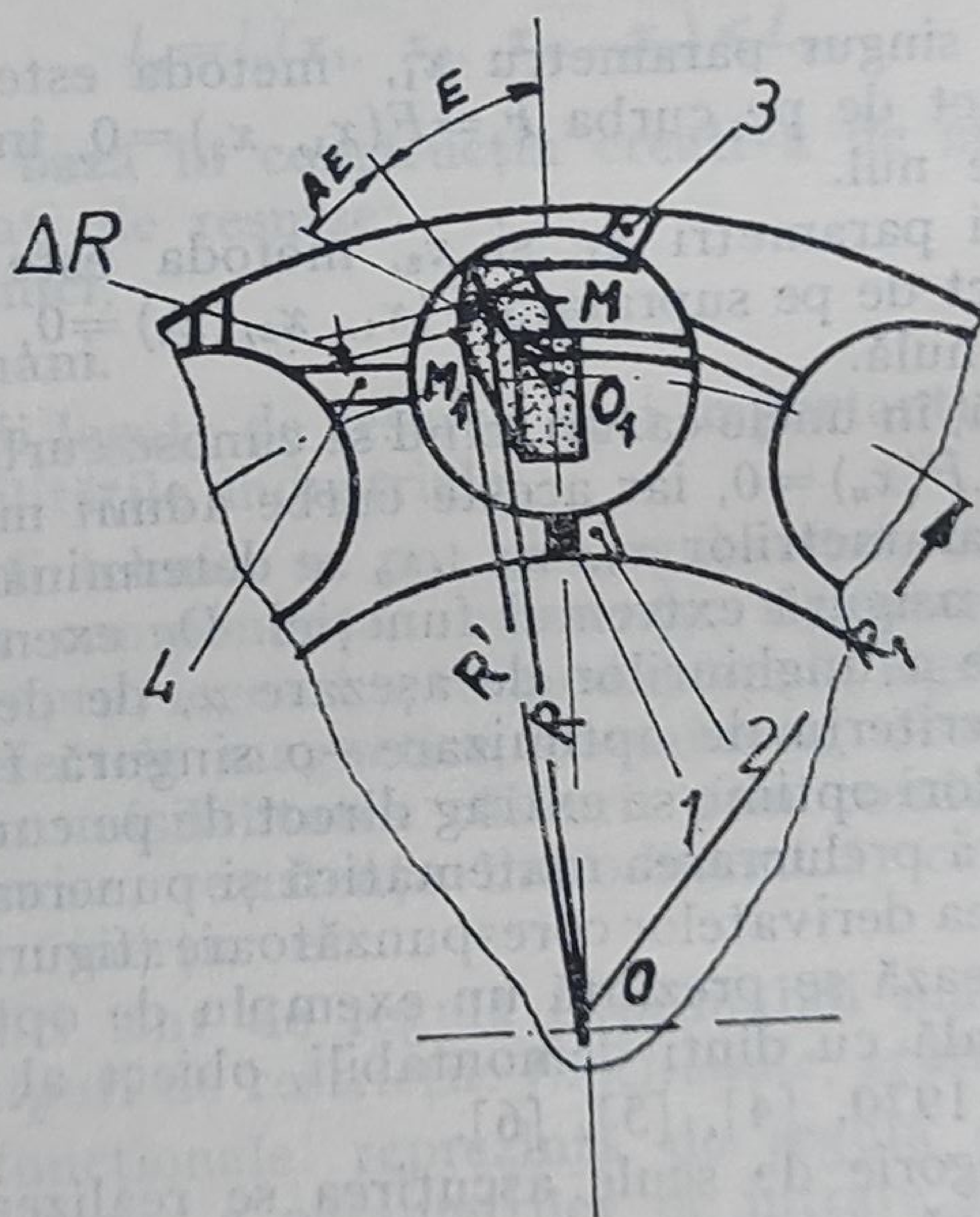


Fig. 12.4.

Pentru a găsi valoarea optimă a unghiului ε, se pune condiția de minim pentru Δ_R.

$$\frac{dF}{d\varepsilon}=\frac{d(\Delta_R)}{d\varepsilon}=\frac{-rR_1\sin\varepsilon}{\sqrt{R_1^2+r^2+2rR_2\cos\varepsilon}}+\frac{rR_1\sin(\varepsilon+\Delta\varepsilon)}{\sqrt{R_1{}^2+r^2+2rR_1\cos(\varepsilon+\Delta\varepsilon)}}=0 \qquad 12.7$$

$$\frac{\sin^2\varepsilon}{R_1^2+r^2+2rR_1\cos\varepsilon}=\frac{\sin^2(\varepsilon+\Delta\varepsilon)}{R_1^2+r^2+2rR_1\cos\varepsilon(\varepsilon+\Delta\varepsilon)}$$

ecuaţie a cărei soluţie evidentă este

$$|\varepsilon| = |\varepsilon + \Delta\varepsilon|$$

sau,

$$\Delta\varepsilon = 0 \text{ și } \varepsilon = \frac{\Delta\varepsilon}{2}$$

Întrucît în general $\Delta\varepsilon \neq 0$, valoarea optimă a unghiului ε care asigură bătăi minime pentru tăişurile dintelui frezei este

$$\varepsilon_1 = -\frac{\Delta\varepsilon}{2}, \text{ pentru } \Delta\varepsilon > 0 \text{ (erori pozitive)}$$

şi

$$\varepsilon_2 = \frac{\Delta\varepsilon}{2}, \text{ pentru } \Delta\varepsilon < 0 \text{ (erori negative)}$$

Valoarea optimă medie a unghiului ε va fi

$$\varepsilon = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{2} = 0 \qquad 12.8$$

Prin urmare, punctele de pe tăişurile frezei trebuie să fie conţinute într-un plan axial care trece atît prin axa 0_1 a cuţitului , cît şi prin axa O a frezei.

Pe de altă parte însă, pentru asigurarea unei rezistenţe sporite a vîrfului şi pentru evitarea preluării primului¦ şoc de către acesta, unghiul de înclinare optim, ca şi la alte freze frontale armate, este negativ, de ordinul $\lambda = -8° \div -15°$. În această situaţie un singur punct *M*, de pe tăişul principal se află conţinut în planul axial A (fig. 12.5) care trece simultan prin axa frezei şi a dintelui.

Pentru diminuarea bătăilor radiale ΔR, este raţional ca acest punct să fie amplasat la mijlocul lăţimii maxime de frezare *B*.

Un al doilea mijloc pentru dimiuarea bătăilor radiale *R* constă în micşorarea razei *r* la care sînt amplasate punctele de pe tăiş, în raport cu axa cuţitului; într-adevăr, din relaţia (12.7) rezultă că pentru $r=0$, $\Delta R=0$.

Întrucît, pe măsura reascuţirilor, tăişurile se deplasează spre axa frezei, poziţia medie optimă corespunde situaţiei, cînd în urma reascuţirilor s-a epuizat jumătate din rezerva maximă de reascuţire (2b/3, fig. 12.5) cînd vîrful principal V_p ajunge pe axa cuţitului.

Ca atare, vîrful principal al unui dinte nou trebuie să fie amplasat la o distanţă *b*/3 de axa proprie, *b* fiind lăţimea plăcuţei, în aşa fel încît la epuizarea jumătăţii din rezerva totală de reascuţire 2b/3 vîrful principal să ajungă pe axa dintelui [7].

Performanţele ridicate ale frezelor de acest tip au fost condiţionate în mare măsură şi prin această optimizare.

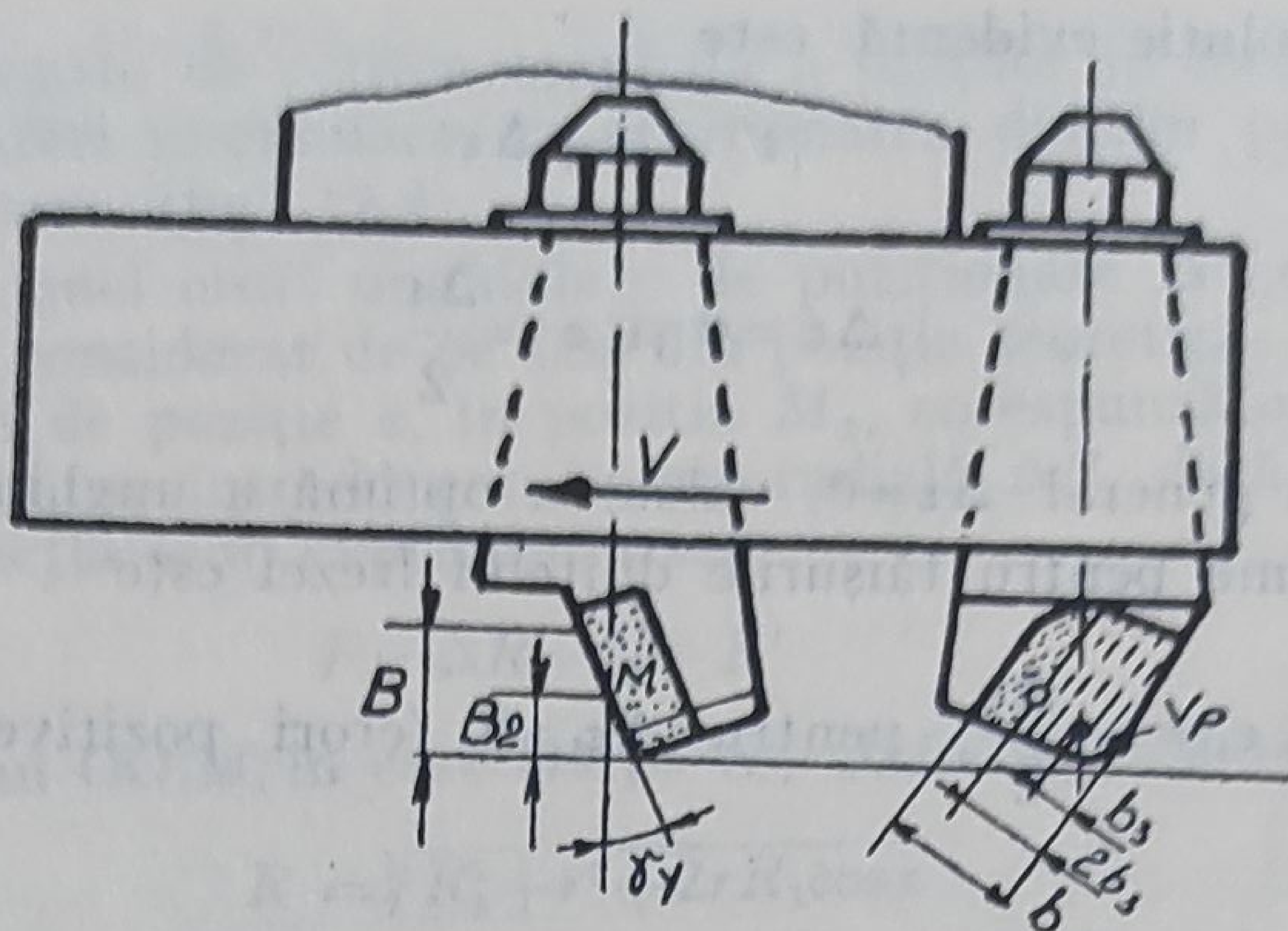


Fig. 12.5.

12.3. Optimizarea prin metoda variabilelor dublate

În conformitate cu această metodă, fundamentată de C. Zener [3] [8], dacă se urmărește minimizarea unei funcții (de cele mai multe ori prețul de cost) compuse din n membri, de tipul

$$F = u_1 + u_2 + u_3 + \dots u_n$$

atunci variabilele dublate u_i pot fi definite ca

$$u_i = a_i x_i$$

În continuare, se folosește teorema

$$\Sigma a_i x_i \geq x_1^{a1} . x_2^{a2} . x_3^{a3} \dots x_a^{an}$$

$$a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3 + \dots a_n x_n \geq x_1^{a1} x_2^{a2} x_3^{a3} \dots x_n^{an} \qquad 12.9$$

Această inegalitate se transformă în egalitate, iar partea dreaptă a ecuației devine egală cu valoarea minimă a părții stîngi, numai în acel caz, cînd toate valorile lui x sînt egale, iar,

$$a_1 + a_2 + a_3 + \dots a_n = 1$$

întrucît $x(a_1 + a_2 + a_3 + \dots a_n) = x^{(a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n)}$

Pentru problemele de optimizare, relația 12.9 ese comod să se scrie

$$u_1 + u_2 + \dots u_n \geq \left(\frac{u_1}{a_1}\right)^{a_1} \left(\frac{u_2}{a_2}\right)^{a_2} \dots \left(\frac{u_n}{a_n}\right)^{a_n} \qquad 12.10$$

Fie următorul exemplu: să se optimizeze prin minimizare funcția scop $F = 5t + 10/t$

În acest caz, $u_1=5t$ iar $u_2=10/t$, iar funcția dedublată

$$V(a)=\left(\frac{u_1}{a_1}\right)^{a_1}\left(\frac{u_2}{a_2}\right)^{a_2}=\left(\frac{5t}{a_1}\right)\left(\frac{10}{ta_2}\right)^{a_2}$$

a cărei valoare reprezintă minimul funcției F atunci cînd

$$a_1+a_2=1 \tag{12.11}$$

iar ansamblul valorilor variabilelor dedublate a_1 și a_2 este astfel încît variabilele inițiale (în cazul exemplului dat—t) se elimină din expresia funcției dedublate $V(a)$, adică atunci cînd

$$t^{a_1}\left(\frac{1}{t}\right)^{a_2}=1 \tag{12.12}$$

caz în care,

$$V(a)=\left(\frac{5}{a_1}\right)^{a_1}\left(\frac{10}{a_2}\right)^{a_2} \tag{12.13}$$

Din sistemul format de relațiile 12.11 și 12.12 rezultă

$$a_1=a_2=\tfrac{1}{2}$$

și înlocuind în 12.13, se găsește minumul funcției F,

$$V(a)=F\,\text{min}=10^{1/2}20^{1/2}=14{,}1$$

iar din relația

$$F\,\text{min}=14{,}1=5t+\frac{10}{t}$$

rezultă valoarea optimă a parametrilor t pentru care funcția se minimizează, $t=1{,}41$.

Metoda variabilelor dublate reduce, prin urmare, optimizarea în condițiile lipsei restricțiilor funcționale sau spațiale la rezolvarea unui sistem de ecuații algebrice, operație care uneori este mai simplă decît diferențierea și anularea derivatelor.

Atunci cînd funcția scop (criteriul de optimizare) conține mai mult decît un parametru, condiția eliminării fiecărui parametru din funcția dedublată $V(a)$ conduce la o ecuație exprimată prin variabilele dublate a_i. Aceste ecuații, împreună cu condiția

$$\Sigma a_i=1$$

conduce la determinarea variabilelor a_i.

Metoda nu se poate evident aplica atunci cînd numărul de ecuații nu coincide cu numărul de variabile necunoscute.

12.4. Optimizarea prin metoda multiplicatorilor lui Lagrange

În cazurile cînd extremizarea funcției scop — a criteriulu de optimizare — presupune obligatoriu existența unor restricții funcționale, este comod

să se aplice metoda multiplicatorilor lui Lagrange, care în esență constă în următoarele:

Dacă se extremizează funcția

$$F = F(x_1, x_2, x_3, \ldots x_n)$$

în condițiile unor restricții funcționale, matematic aceasta se exprimă în felul următor:

— pentru extremum,

$$dF = \frac{\partial F}{\partial x_1} dx_1 + \frac{\partial F}{\partial x_2} dx_2 + \frac{\partial F}{\partial x_3} dx_3 + \ldots + \frac{\partial F}{\partial x_n} dx_n = 0$$

sau concentrat,

$$dF = \sum_1^n \frac{\partial F}{x_i} dx_i = 0 \qquad 12.14$$

— pentru restricțiile funcționale,

$$f_1 = f_1(x_1;\ x_2,\ x_3 \ldots x_n) = 0 \qquad 12.2$$

$$f_2 = f_2(x_1,\ x_2,\ x_3 \ldots x_n) = 0$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$f_m = f_m(x_1,\ x_2,\ x_3 \ldots x_n) = 0$$

Diferențiind relațiile 12.2. se obține:

$$df_1 = \sum_1^n \frac{\partial f_1}{\partial x_i} dx_i = 0$$

$$df_2 = \sum_1^n \frac{\partial f_2}{\partial x_i} dx_i = 0$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$df_m = \sum_1^m \frac{\partial f_m}{\partial x_i} dx_i = 0$$

Dacă aceste *m* relații se înmulțesc pe rînd cu niște parametri $\lambda, \ldots \lambda_m$, deocamdată necunoscuți, denumiți multiplicatori ai lui Lagrange, se obține:

$$\lambda_1 df_1 = \sum_1^n \lambda_1 \frac{\partial f_1}{\partial x_i} dx_i = 0$$

$$\lambda_2 df_2 = \sum_1^n \lambda_2 \frac{\partial f_2}{\partial x_i} dx_i = 0 \qquad 12.15$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$\lambda_m df_m = \sum_1^n \lambda_m \frac{\partial f_m}{\partial x_i} dx_i = 0$$

Sumînd relațiile 13.14. cu 13.15 se obține

$$dF+\lambda_1 df_1+\lambda_2 df_2+\ldots.\lambda_m df_m=0$$

sau,

$$\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{\partial F}{\partial x_i}+\lambda_1\frac{\partial f_1}{\partial x_i}+\lambda_2\frac{\partial f_2}{\partial x_i}+\ldots+\lambda_m\frac{\partial f_m}{\partial x_i}\right)dx_i,=0\ldots$$

și întrucît variabilele x_i sînt independente, fiecare din cei n termeni ai sumei cuprinși în paranteză trebuie să se anuleze separat

$$\frac{\partial F}{\partial x_i}+\lambda_1\frac{\partial f_1}{\partial x_i}+\lambda_2\frac{\partial f_2}{\partial x_i}+\ldots+\lambda_m\frac{\partial f_m}{\partial x_i}=0\ldots. \qquad 12.16$$

în care $i=1,\ 2,\ 3\ldots n$

Din sistemul 12.16 de n ecuații, combinat cu cele m ecuații 12.2. de restricție funcțională, se pot determina cei n parametri x_i și cei m multiplicatori λ_i ai lui Lagrange.

Ansamblul prametrilor x_i va reprezenta soluția optimă din punctul de vedere al criteriului de optimizare F.

În cazul unui rezervor cilindric de rază r și lungime l, criteriul de optimizare — funcția scop poate fi, de exemplu, suprafața totală F (fig. 12.6)·

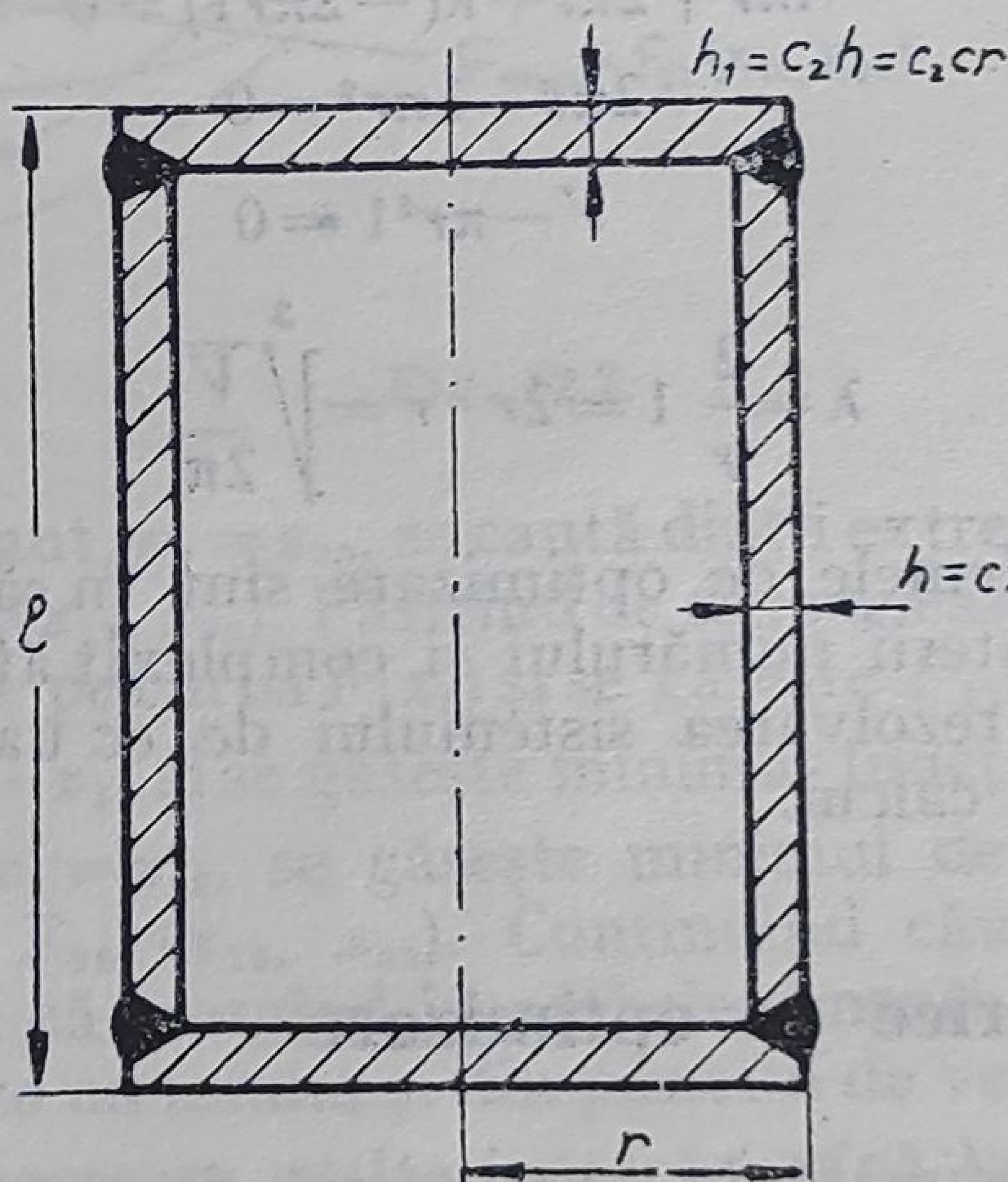


Fig. 12.6.

$$F=2\pi r^2+2\pi rl$$

care trebuie minimizată, pentru un volum impus V,

$$V=\pi r^2 l$$

care reprezintă restricția funcțională.

Aplicînd metoda multiplicatorilor lui Langrange,

$$\frac{\partial F}{\partial x_1}=\frac{\partial F}{\partial r}=4\pi r+2\pi l$$

$$\frac{\partial F}{\partial x_2}=\frac{\partial F}{\partial 1}=2\pi r$$

$$f=V-\pi r^2 1=0$$

$$\frac{\partial f}{\partial r}=-2\pi r 1$$

$$\frac{\partial f}{\partial 1}=-\pi r^2$$

Se obţine sistemul de trei ecuaţii,

$$\frac{\partial F}{\partial r}+\lambda\frac{\partial f}{\partial r}=0 \qquad 12.17$$

$$\frac{\partial F}{\partial 1}+\lambda\frac{\partial f}{\partial l}=0$$

$$f=0$$

sau

$$4\pi r+2\pi l+\lambda(-2\pi r 1)=0$$

$$2\pi r-\lambda\pi r^2=0$$

$$V-\pi r^2 1=0$$

de unde rezultă

$$\lambda=\frac{2}{r} \quad 1=2r \quad r=\sqrt[3]{\frac{V}{2\pi}}$$

De regulă, problemele de optimizare sînt însă mult mai complexe, în special datorită creşterii numărului şi complexităţii restricţiilor; în asemenea cazuri, pentru rezolvarea sistemului de ecuaţii trebuie folosite şi maşinile electronice de calcul.

12.5. Metode numerice de optimizare

În proiectarea optimală în construcţia de maşini se folosesc două metode numerice de optimizare de bază:

— metoda căutării unilaterale alternative;

— metoda gradientului maxim.

Ambele metode extremizează funcţia scop în condiţiile inexistenţei restricţiilor.

Dacă funcţia scop F conţine un singur parametru x_1, extremumul se găseşte uşor grafic, direct din curbe de tipul celora din figurile 12.1, 12.2, 12.3.

Dacă funcţia scop conţine două variabile,

$$F=F(x_1 x_2)$$

atunci minimum F min sau maximul F max se găsesc pe fundul „văii" (F min) sau în vîrful „movilei" (F max), aşa cum rezultă din figura 12.7.

Extremumurile astfel găsite sînt evident extremumuri locale.

12.5.1. Metoda căutării unilaterale alternative

La această metodă, se aleg valorile inițiale x_{10} și x_{20} ale celor doi parametri, pornind de la un extremum „bănuit" F_{00} (x_{10}, x_{20}) fig. 12.7.

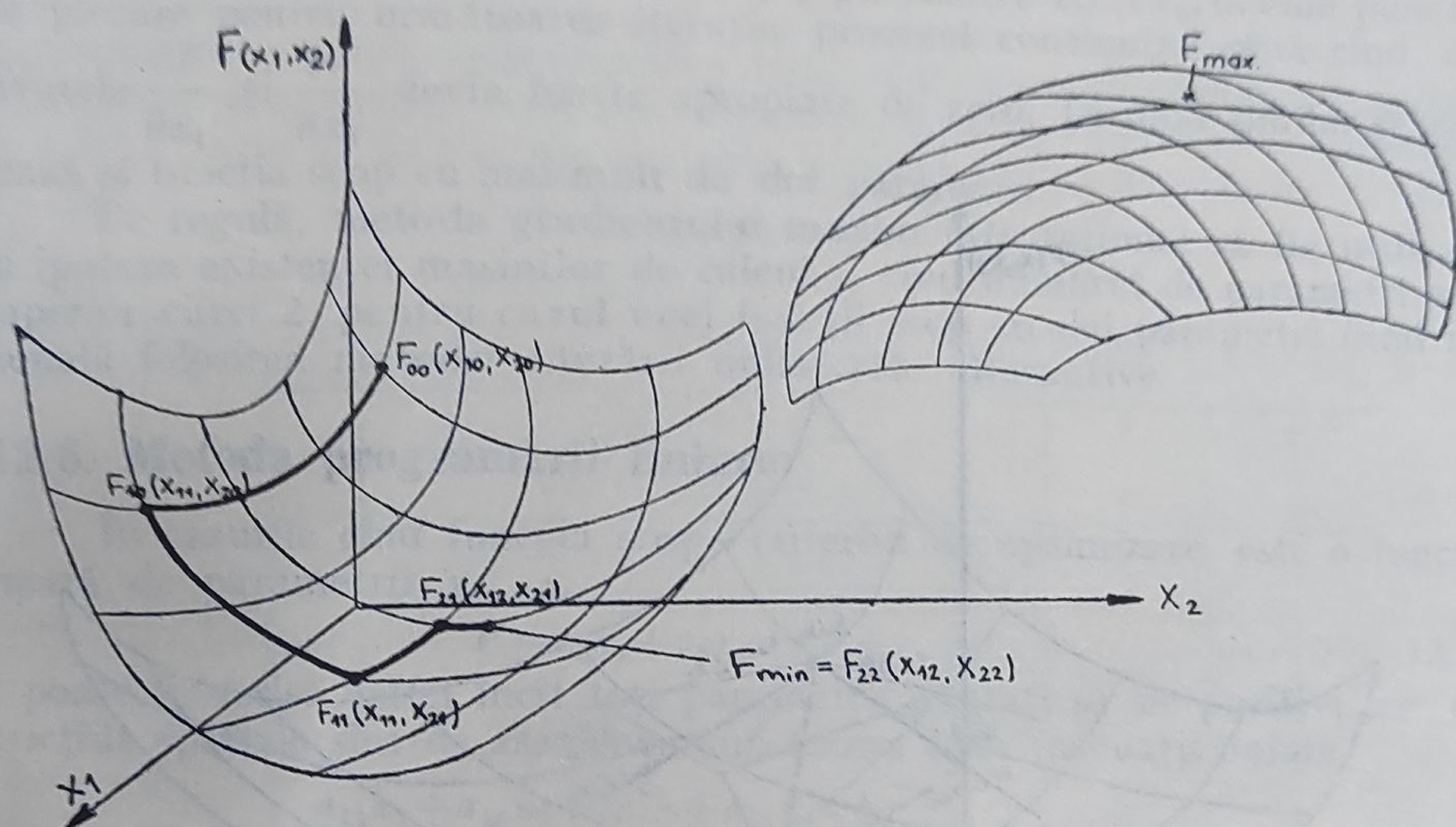


Fig. 12.7.

Păstrînd x_2 constant, $x_2 = x_{20}$, se caută dintîi extremumul pe curba $F(x_1)$ și se găsește punctul $F_{10}(x_{11}, x_{20})$. Păstrînd de data aceasta x_1 constant, $x_1 = x_{11}$, se caută extremumul de pe curba $F(x_2)$ și se găsește $F_{11}(x_{11}, x_{21})$. Se face apoi din nou x_2 =const,. $x_2 = x_{21}$ și se găsește minimul funcției $F(x_1) = F_{22}(x_{12}, x_{21})$

În fine, făcînd $x_1 = x_{12}$, se găsește minimul de pe curba $F(x_2)$, care corespunde punctului F_{22} (x_{12}, x_{22}). Continuînd căutările pe curba $F(x_1)$, la $x_2 = x_{22}$, se constată că mergînd în ambele sensuri funcția F crește. Prin urmare, punctul F_{22} este un minim și din punctul de vedere al parametrilui x_1

De regulă, sînt necesare multe încercări pînă la extremizarea funcției scop F.

12.5.3. Metoda gradientului maxim

Pentru grăbirea căutărilor, trebuie scurtat drumul de la F_{00} la F_{min}; în locul principiului „urcușului sau coborîșului continuu" folosit la metoda căutării unilaterale alternative, se folosește metoda urcușului sau coborîșului „celui mai abrupt".

Dacă funcția scop $F = F(x_1 x_2)$ este derivabilă, iar în punctul inițial (x_{10}, x_{20}) derivatele au valorile $\left(\frac{\partial F}{\partial x_1}\right)_0$ și $\left(\frac{\partial F}{\partial x_2}\right)_0$, pentru ca deplasarea rezultată să se producă după direcția liniei celei mai abrupte, $F_{00} - F_{11}$ (fig. 12.8), componentele deplasării pe direcțiile x_1 și x_2 trebuie să fie

$$\Delta x_1 \approx -\left(\frac{\partial F}{\partial x_1}\right)_0$$ 12.18

$$\Delta x_2 \approx -\left(\frac{\partial F}{\partial x_2}\right)_0$$

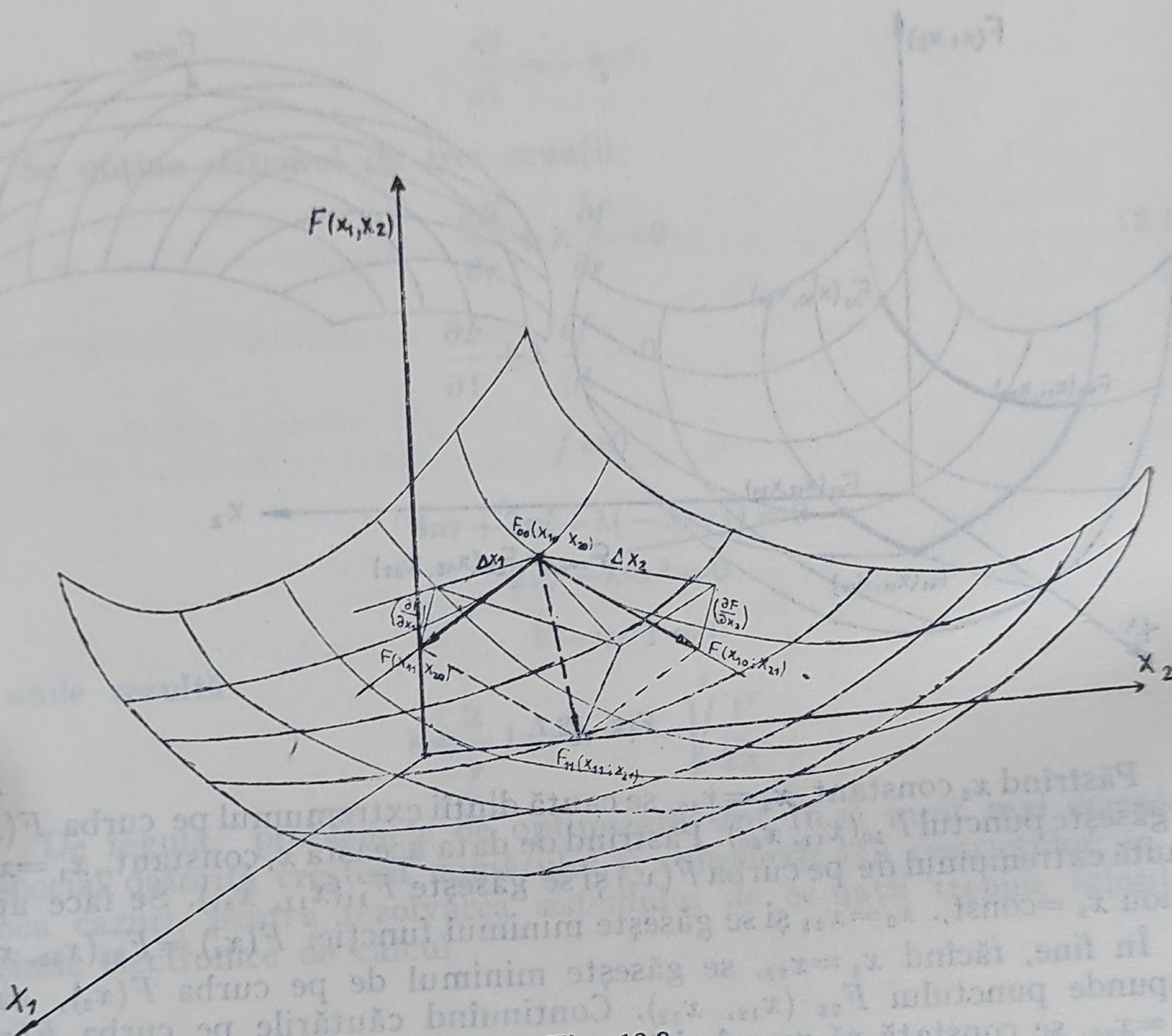


Fig. 12.8.

Pentru un coeficient de proporţionalitate y, noile coordonate ale funcţiei $F = F_{11}$ vor fi:

$$x_{11} \approx x_{10} - y\left(\frac{\partial F}{\partial x_1}\right)_0$$

$$x_{21} \approx x_{20} - y\left(\frac{\partial F}{\partial x_2}\right)_0$$ 12.19

iar funcţia scop 12.20

$$F_{11} = F\left\{\left[x_{10} - y\left(\frac{\partial F}{\partial x_1}\right)_0\right]\left[x_{20} - y\left(\frac{\partial F}{\partial x_2}\right)_0\right]\right\}$$

Coeficientul de proporţionalitate (distanţa necesară a fi parcursă pe direcţia cea mai abruptă — de gradient maxim) rezultă din condiţia de minim pentru funcţia scop F.

$$\frac{\partial F}{\partial y}=0$$

Această valoare F_{11} a funcţiei scop şi parametrii x_{11} şi x_{21} devine punctul de plecare pentru următoarea iteraţie, procesul continuînd pînă cînd derivatele $\frac{\partial F}{\partial x_1}$ şi $\frac{\partial F}{\partial x_2}$ devin foarte apropiate de zero. În mod similar se tratează şi funcţia scop cu mai mult de doi parametri.

De regulă, metoda gradientului maxim este raţional să fie utilizată în ipoteza existenţei maşinilor de calcul şi cînd numărul de parametri este superior cifrei 2, pentru cazul unei funcţii scop cu doi parametri fiind raţională folosirea metodei căutării unilaterale alternative.

12.6. Metoda programării liniare

În cazurile cînd funcţia scop — criteriul de optimizare, este o funcţie liniară de parametrii $x_1 \ldots x_u$

$$F=c_1x_1+c_2x_2+\ldots+c_u x_u \qquad 12.21$$

şi poate fi scrisă astfel încît toţi parametrii căutaţi să fie pozitivi iar restricţiile spaţiale sînt de asemenea sub forma unor inecuaţii liniare,

$$\begin{aligned} a_{11}x_1+a_{12}x_2+\ldots+a_{1u}x_u &\leq b_1 \\ a_{21}x_1+a_{22}x_2+\ldots+a_{2u}x_u &\leq b_2 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ a_{m1}x_1+a_{m2}x_2+\ldots+a_{mn}x_u &\leq b_m \end{aligned} \qquad 12.26$$

problema poartă denumirea de problemă de programare liniară.

În exemplul care urmează, funcţia scop F este reprezentată de beneficiul pe care-l realizează o anumită uzină, producînd două obiecte de aceeaşi destinaţie, Q_1 obiecte cu acţionare manuală, iar Q_2 obiecte automatizate, primele costînd 80 lei bucata, cu un beneficiu de 15 lei/bucată, iar cea de a doua categorie 230 lei bucata, cu un beneficiu de 40 lei/bucata.

Funcţia scop se va scrie în acest caz;

$$F=15Q_1+40Q_2$$

Se admite că în aceeaşi zi se pot produce, ca urmare a interschimbabilităţii forţei de muncă, diferite cantităţi Q_1 şi Q_2, că cererea pieţei nu limitează producţia, că producţia Q_2 a obiectelor automatizate nu poate depăşi 300 bucăţi.

Restricţia spaţială corespunzătoare este

$$Q_2 \leq 300$$

Admiţînd că pentru producţia obiectului manual sînt necesare 20 oameni-minute, iar pentru cel automat 60 oameni-minute, avînd la dispoziţie 50 de muncitori într-un schimb de 8 ore, adică în total $8\times50\times60=24\,000$ oameni-minute, cea de a doua restricţie spaţială va căpăta forma:

$$20\ Q_1+60\ Q_2 \leq 24\,000$$

Admiţînd că pentru reglarea obiectului manual sînt necesare 4 oameni-minute, iar pentru a celui automat 7 oameni-minute, avînd la dispoziţie 7 oameni cu $8 \times 7 \times 60 = 3360$ oameni-minute, cea de a treia restricţie spaţială are forma:

$$4Q_1 + 7Q_2 \leq 3\,360$$

Admiţînd pentru controlul final necesitatea unei om-minute, pentru obiectul manual şi 2 oameni-minute pentru obiectul automat, avînd la dispoziţie 2 controlori pe schimb, cu un timp total disponibil de $8 \times 2 \times 60 =$ 960 oameni-minute, cea de a patra restricţie spaţială se va scrie:

$$Q_1 + 2\,Q_2 \leq 960$$

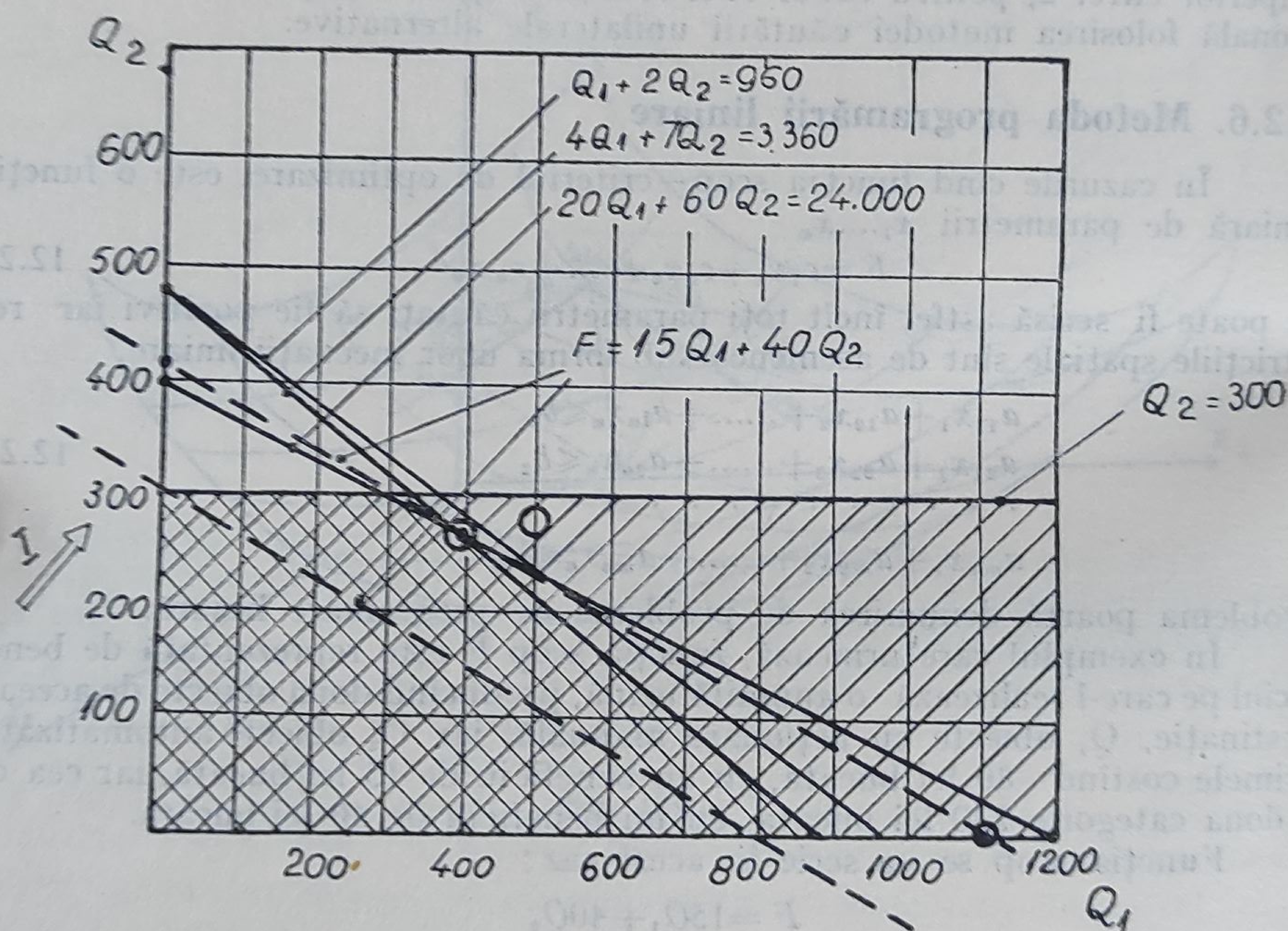


Fig. 12.9.

Reprezentînd cele patru restricţii scrise sub formă de ecuaţii ca nişte drepte limitative (fig. 12.9) spaţiul disponibil aflîndu-se sub acestea, rezultă că spaţiul utilizabil ca urmare a respectării celor patru restricţii este spaţiul dublu-haşurat (ultima restricţie constatîndu-se a fi de prisos).

Funcţia scop $F = 15\,Q_1 + 40\,Q_2$ poate fi reprezentată de oricare dintre dreptele întrerupte. Cea care asigură beneficiul maxim este cea situată cel mai sus posibil, dar trebuind obligatoriu să treacă prin spaţiul utilizabil în urma operării restricţiilor (punctul încercuit 0.).

Rezultă, $Q_{1\,opt} = 400$ $\quad Q_{2\,opt} = 270$
iar beneficiul maxim, $F_{max} = 16\,800$

12.7. Optimizarea prin calcul variaţional

Uneori prin optimizare se cere nu găsirea unor valori optimale a unor parametri—puncte discrete (x_1, x_2, $x_3$etc.)ci însăşi repartiţia optimală—funcţia optimă.

Rezolvarea unor astfel de probleme presupune folosirea calculului variaţional.

Problema constă în găsirea funcţiei $y=y(x)$ care optimează integrala I (funcţionala),

$$I=\int_{x_1}^{x_2} F\left(x, y, \frac{dy}{dx}\right) dx \qquad 12.23$$

funcţia F fiind dublu derivabilă.

Funcţia căutată $y(x)$ care extremizează funcţionala I trebuie să satisfacă condiţia lui Euler [9].

$$\frac{\partial F}{\partial y} - \frac{d}{dx}\frac{\partial F}{\partial y'} = 0 \qquad 12.24$$

Atunci cînd trebuie minimizată funcţionala I, în condiţiile unei restricţii funcţionale J

$$J=\int_{x_1}^{x_2} G\left(x, y, \frac{dy}{dx}\right) dx = K \qquad 12.25$$

pentru minimizarea integralei

$$\int_{x_1}^{x_2}\left[F\left(x, y, \frac{dy}{dx}\right) - G\left(x, y, \frac{dy}{dx}\right)\right] dx \qquad 12.26$$

condiţia lui Euler are forma [3],

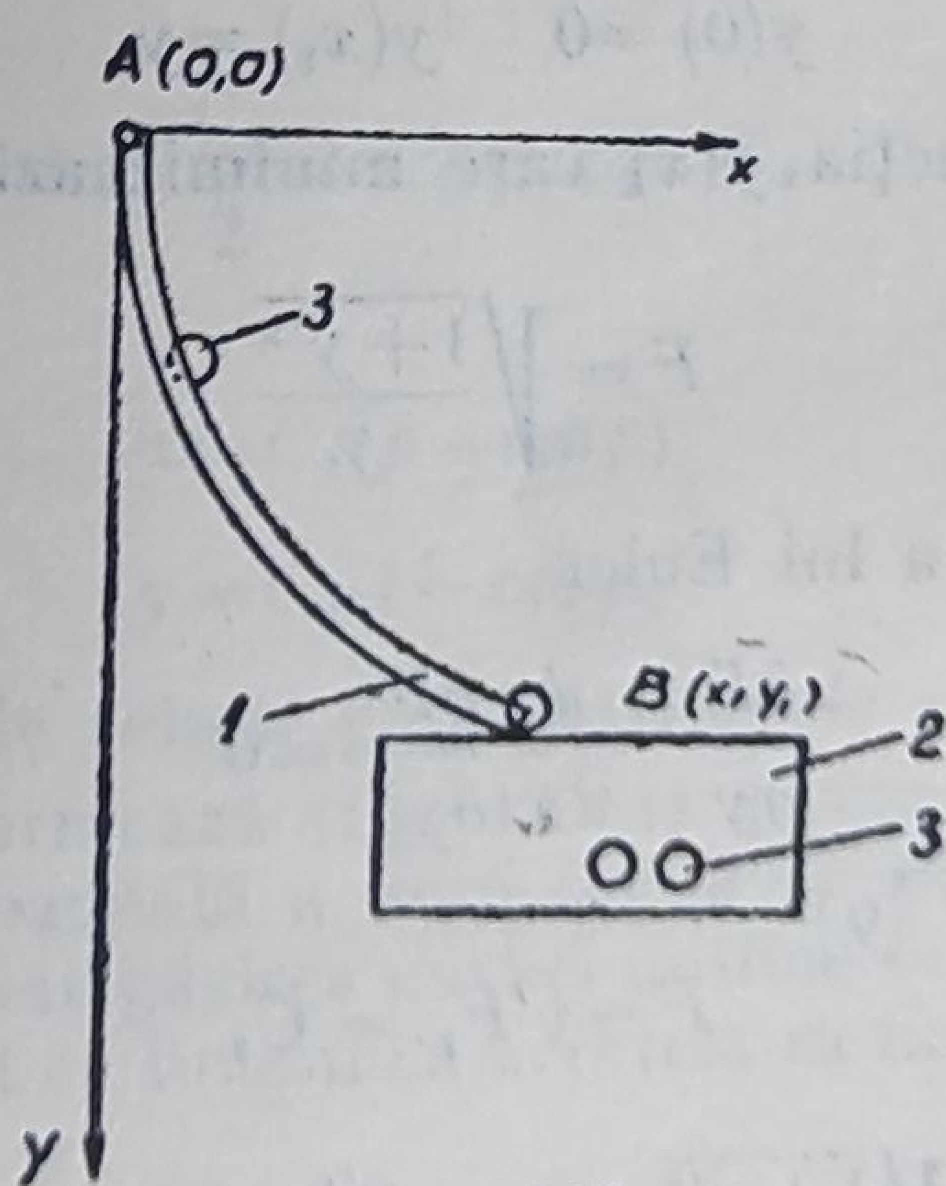


Fig. 12.10.

$$\frac{\partial F}{\partial y} - \lambda\frac{\partial G}{\partial y} - \frac{d}{dx}\frac{\partial F}{\partial y'} + \lambda\frac{d}{dx}\frac{\partial G}{\partial y'} = 0 \qquad 12.27$$

coeficientul λ amintind întrucîtva multiplicatorul lui Lagrange.

În continuare se dă un exemplu de modul în care se poate ajunge la o astfel de problemă de optimizare tehnică.

Într-o nouă construcție de mașină este prevăzut un jgheab 1, destinat alimentării buncherului 2 cu bile de rulmenți 3, prin cădere liberă, între punctele extreme A și B (fig. 12.10)

Problema concretă supusă optimizării este găsirea funcției (curbei) care trebuie să fie materializată de către jgheab, astfel încît bilele să ajungă cît mai repede în buncher (pe drumul de timp minim). Această problemă denumită și *problema brahistocronei*, a fost rezolvată încă în anul 1696 de către J. Bernoulli (9].

Din legea căderii corpurilor, neglijîndu-se frecarea de rostogolire în jgheab,

$$V=2gy \qquad 12.28$$

Dacă $y=y(x)$ este ecuația curbei pe care se mișcă bila de la A la B atunci viteza este, în același timp,

$$V=\frac{dS}{dt}=\frac{(\sqrt{1+y'^2})dx}{dt} \qquad 12.29$$

de unde rezultă timpul dt necesar parcurgerii unui spațiu elementar dS,

$$dt=\frac{dS}{V}=\frac{\sqrt{1+y'^2}dx}{2gy} \qquad 12.30$$

timpul total T care trebuie minimizat este dat de integrala—funcțională.

$$T=\frac{1}{\sqrt{2g}}\int\sqrt{\frac{(1+y'^2)}{y}}\,dx \qquad 12.31$$

cu restricțiile funcționale

$$y(0)=0 \qquad y(x_1)=y_1 \qquad 12.32$$

Trebuie găsită funcția $y(x)$ care minimizează funcționala T. Prin urmare,

$$F=\sqrt{\frac{1+y'^2}{y}} \qquad 12.33$$

iar ecuația diferențială a lui Euler

$$\frac{\partial F}{\partial y}-\frac{d}{dx}\frac{\partial F}{\partial y'}=0$$

admite integrala primă [9]

$$F-y'F_{y'}=C_1$$

sau,

$$\sqrt{\frac{1+y'^2}{y}}-\frac{y'^2}{\sqrt{y(1+y'^2)}}=C_1 \qquad 12.34$$

sau,

$$\frac{1}{\sqrt{y(1+y'^2)}}=C_1$$

$$y(1+y'^2)=\frac{1}{C_1^2}=C_2$$

Notînd $y'=\text{ctg } t$, rezultă

$$y(1+\text{ctg}^2 t)=C_2$$

$$\frac{dy}{dx}=\text{ctg} t$$

sau,

$$y=C_2\sin^2 t$$

$$dx=\frac{dy}{\text{ctg } t}$$

Diferențiind prima relație, se obține

$$dy=2C_2 \sin t\cos t dt=C_2\sin^2 t dt$$

$$dx=\frac{2C_2\sin t\cos t}{\text{ctg} t}dt=2C_2\sin t dt=C_2(1-\cos 2t)dt$$

Prin integrare rezultă

$$x=\frac{C_2}{2}(2t-\sin 2t)+C_3$$

$$y=-\frac{C_2}{2}\cos 2t+C_4=\frac{C_2}{2C_4}(1-\cos 2t)=C_5(1-\cos 2t)$$

sau, luînd în considerație restricțiile funcționale 12.32

$$y(0)=0 \qquad x(0)=0$$

rezultă $C_3=0$

Înlocuind $2t=p$ și notînd $\frac{C_2}{2}=C_1$ și $C_5=C_2$

se obține

$$x=C_1(p-\sin p) \qquad 12.35$$

$$y=C_2(1-\cos p)$$

care reprezintă cunoscutele relații parametrice ale cicloidei.

În exemplul care urmează (fig. 12.11) se consideră că inventatorul a stabilit definitiv forma parțială a unui organ de mașină (secțiunea dublu hașurată) ' pentru care se cere găsirea curbei optime de racordare între punctele 00 și 20, $y=y(x)$ astfel ca lungimea acesteia să fie minimă, iar secțiunea închisă să reprezinte $A=\frac{\pi}{2}$.

Funcția scop este dată în acest caz de funcționala (integrala) I care trebuie minimizată.

$$I=\int_0^2(\sqrt{1+y'^2})dx$$

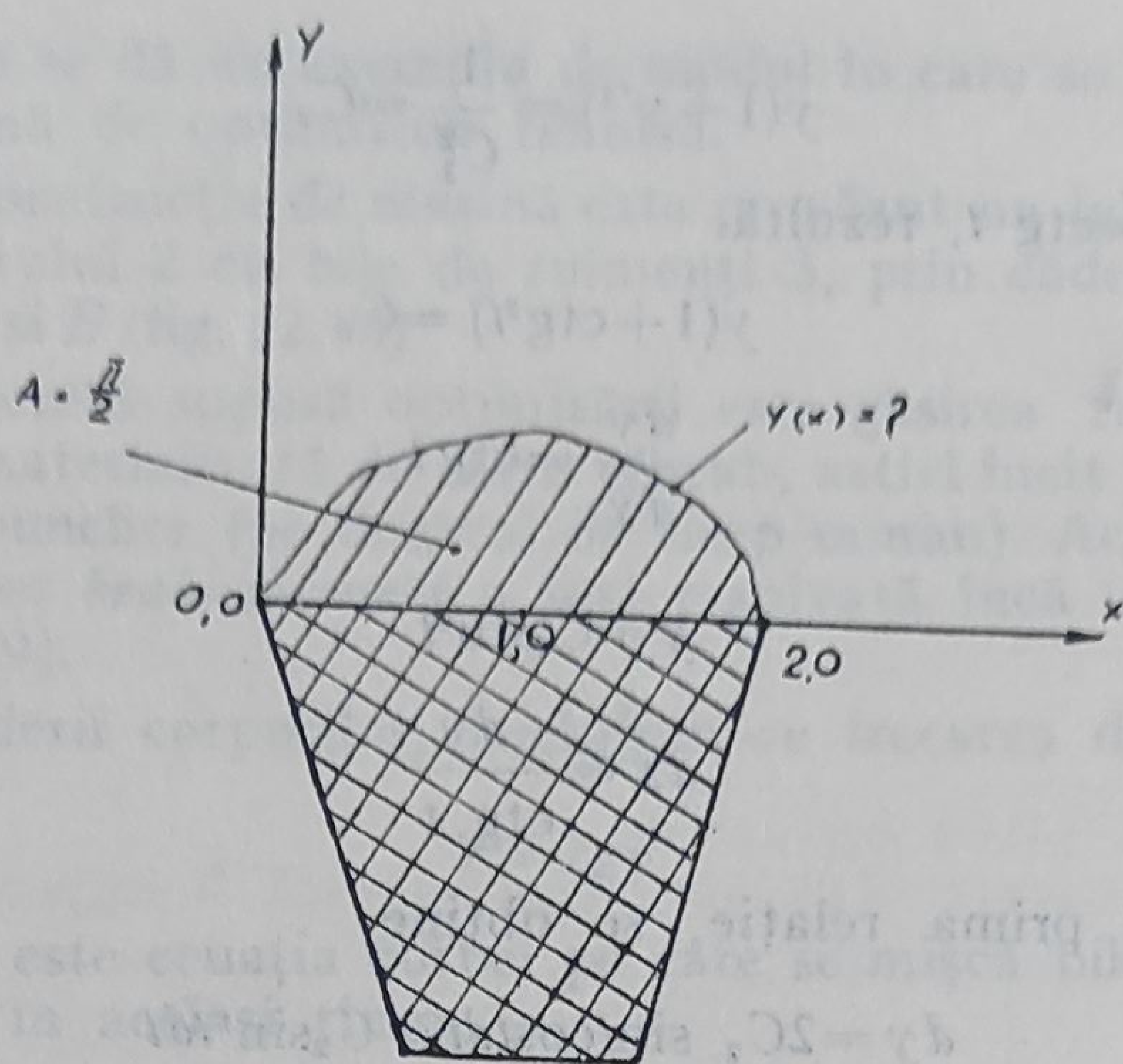


Fig. 12.11.

pentru condiția

$$J=\int_0^2 y\,dx=\frac{\pi}{2}$$

Prin urmare, $F=\sqrt{1+y'^2}$ și $G=y$
Condiția lui Euler generală 12.27 va da

$$\frac{\partial F}{\partial y}-\lambda\frac{\partial G}{\partial y}-\frac{d}{dx}\frac{\partial F}{\partial y'}+\lambda\frac{d}{dx}\frac{\partial G}{\partial y'}=0 \qquad 12.27$$

sau,

$$0-\lambda-\frac{d}{dx}\frac{y'}{\sqrt{1+y'^2}}+0=0$$

$$\frac{d}{dx}\frac{y'}{\sqrt{1+y'^2}}=-\lambda$$

$$\frac{y'}{\sqrt{1+y'^2}}=-\lambda x+C_1 \qquad 12.36$$

Soluția pentru ecuația diferențială 13.36 este

$$y=\sqrt{2x-x^2} \qquad 12.37$$

iar $\lambda=C_1=1$

Ridicînd la pătrat și dezvoltînd se constată că $y(x)$, curba optimă de racordare este un arc de cerc de rază $r=1$ și cu centrul în punctul 1,0.

$$(x-1)^2+y^2=1 \qquad 12.38$$

12.8. Optimizarea globală

În cele expuse anterior n-a fost vorba despre o optimizare în general, ci despre o optimizare din punctul de vedere al unui singur criteriu, a

unei funcţii scop unice, iar soluţia nu este optimă în general, ci optimă numai sub aspectul funcţiei scop adoptate.

Dar în realitate nu există soluţii tehnice caracterizabile printr-o singură funcţie scop; un motor termic nu este caracterizat numai prin consumul de combustibil raportat la putere, ci şi prin raportul dintre putere şi greutatea proprie, prin caracteristicile sale dinamice, prin preţul de cost, prin fiabilitate etc.; o maşină unealtă nu prezintă o singură funcţie scop — productivitatea, ci şi precizia, stabilitatea la vibraţii, calitatea suprafeţei aşchiate, preţul de cost, fiabilitatea etc. ; o sculă aşchietoare nu poate fi apreciată exclusiv pe baza durabilităţii-productivităţii, ci şi a preciziei, capacităţii de a aşchia uşor cu forţe minime, capacitate de restabilire operativă şi economică a calităţilor aşchietoare după uzură, fiabilitate etc.

12.8.1. Optimizarea globală absolută (ideală)

În sensul cel mai larg al cuvîntului, soluţia optimă este soluţia cea mai bună, nu numai din punctul de vedere al unui singur criteriu de optimizare — a unei singure funcţii scop, ci reprezintă *ansamblul parametrilor care satisfac maximal ansamblul criteriilor de optimizare — ansamblul funcţiilor scop*.

O astfel de soluţie ar trebui denumită *soluţie optimă globală absolută*, iar procesul care conduce la aceasta — *optimizarea globală absolută*.

Matematic problema se formulează în felul următor:

Să se stabilească valorile parametrilor

$$x_1,\ x_2,\ x_3 \ldots\ldots x_n$$

astfel, încît funcţiile scop

$$\begin{aligned} F_1 &= F_1(x_1,\ x_2,\ x_3 \ldots\ldots x_n)\\ F_2 &= F_2(x_1,\ x_2,\ x_3 \ldots\ldots x_n)\\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\\ F_N &= F_N(x_1,\ x_2,\ x_3 \ldots\ldots x_n) \end{aligned} \qquad 12.39$$

să capete valori extreme, în condiţiile unor restricţii funcţionale

$$\begin{aligned} f_1 &= f_1(x_1,\ x_2,\ x_3 \ldots\ldots x_n) = 0\\ f_2 &= f_2(x_1,\ x_2,\ x_3 \ldots\ldots x_n) = 0\\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\\ f_m &= f_m(x_1,\ x_2,\ x_3 \ldots\ldots x_n) = 0 \end{aligned} \qquad 12.40$$

şi a unor restricţii spaţiale

$$\begin{aligned} l_1 &= l_1(x_1,\ x_2,\ x_3 \ldots\ldots x_n) \leq L_1\\ l_2 &= l_2(x_1,\ x_2,\ x_3 \ldots\ldots x_n) \leq L_2\\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\\ l_p &= l_p(x_1,\ x_2,\ x_3 \ldots\ldots x_n) \leq L_p \end{aligned} \qquad 12.41$$

Punînd condiţii de extremum pentru $F_1 ... F_N$, se obţine

$$\sum_1^n \frac{\partial F_1}{dx_i} dx_i = 0 \sum_1^n \frac{\partial F_2}{\partial x_i} dx_i = 0 ... \sum_1^n \frac{\partial F_N}{\partial x_i} dx_i = 0 \qquad 12.42$$

Diferenţiind relaţiile 12.40 şi înmulţindu-le cu multiplicatorii lui Lagrange $\lambda_1 ...... \lambda_m$, se obţine:

$$\lambda_1 df_1 = \sum_1^n \lambda_1 \frac{\partial f_1}{\partial x_i} dx_i = 0 \qquad 12.43$$

$$\lambda_2 df_2 = \sum_1^n \lambda_2 \frac{\partial f_2}{\partial x_i} dx_i = 0$$

. . . .

$$\lambda_m df_m = \sum_1^n \lambda_m \frac{\partial f_m}{\partial x_i} dx_i = 0$$

Sumînd relaţiile 12.42 şi 12.43 se obţine pentru funcţiile scop $F_1, F_2 ... F_N$

$$\sum_1^n \frac{\partial F_1}{\partial x_i} dx_i + \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n \lambda_j \frac{\partial f_j}{\partial x_i} dx_i = 0 \qquad 12.44$$

$$\sum_1^n \frac{\partial F_2}{\partial x_i} dx_i + \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n \lambda_j \frac{\partial f_j}{\partial x_i} dx_i = 0 \qquad 12.45$$

. . . .

$$\sum_1^n \frac{\partial F_N}{\partial x_i} dx_i + \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n \lambda_j \frac{\partial f_j}{\partial x_i} dx_i = 0 \qquad 12.46$$

Dezvoltînd relaţia 12.44 se obţine sistemul:

$$\frac{\partial F_1}{\partial x_1} + \lambda_1 \frac{\partial f_1}{\partial x_1} + \lambda_2 \frac{\partial f_2}{\partial x_1} + ... \lambda_m \frac{\partial f_m}{\partial x_1} = 0 \qquad 12.47$$

$$\frac{\partial F_1}{\partial x_2} + \lambda_1 \frac{\partial f_1}{\partial x_2} + \lambda_2 \frac{\partial f_2}{\partial x_2} + ... \lambda_m \frac{\partial f_m}{\partial x_2} = 0$$

. . . .

$$\frac{\partial F_1}{\partial x_n} + \lambda_1 \frac{\partial f_1}{\partial x_n} + \lambda_1 \frac{\partial f_2}{\partial x_n} + ... \lambda_m \frac{\partial f_m}{\partial x_n} = 0$$

Din relaţia 12.45 se obţine sistemul:

$$\frac{\partial F_2}{\partial x_1} + \lambda_1 \frac{\partial f_1}{\partial x_1} + \lambda_2 \frac{\partial f_2}{\partial x_1} + ... \lambda_m \frac{\partial f_m}{\partial x_1} = 0$$

$$\frac{\partial F_2}{\partial x_2} + \lambda_1 \frac{\partial f_1}{\partial x_2} + \lambda_2 \frac{\partial f_2}{\partial x_2} + ... \lambda_m \frac{\partial f_m}{\partial x_2} = 0 \qquad 12.48$$

. . . .

$$\frac{\partial F_2}{\partial x_n} + \lambda_1 \frac{\partial f_1}{\partial x_n} + \lambda_2 \frac{\partial f_2}{\partial x_n} + ... \lambda_m \frac{\partial f_m}{\partial x_n} = 0$$

iar din ultima relație, 12.46, sistemul

$$\frac{\partial F_N}{\partial x_1}+\lambda_1\frac{\partial f_1}{\partial x_1}+\lambda_1\frac{\partial f_2}{\partial x_1}+\ldots\lambda_m\frac{\partial f_m}{\partial x_1}=0$$

$$\frac{\partial F_N}{\partial x_2}+\lambda_1\frac{\partial f_1}{\partial x_2}+\lambda_2\frac{\partial f_2}{\partial x_2}+\ldots\lambda_m\frac{\partial f_m}{\partial x_2}=0 \qquad 12.49$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$

$$\frac{\partial F_N}{\partial x_n}+\lambda_1\frac{\partial f_1}{\partial x_n}+\lambda_2\frac{\partial f_2}{\partial x_n}+\ldots\lambda_m\frac{\partial f_m}{\partial x_n}=0$$

Astfel pentru cele n ecuații din sistemul 12.47 și pentru cele m ecuații din sistemul 12.40 se obțin valorile optimale pentru cei n parametri x_1, x_2, x_3......x_n și pentru cei m multiplicatori ai lui Lagrange necunoscuți λ_1 λ_2.....λ_m.

Valorile lui x,

$$|X_1|_{F_1}|X_2|_{F_1}\cdots|X_n|_{F_1}$$

reprezintă valorile optimale ale prametrilor care satisfac criteriul de optimizare sau funcția scop F_1.

Din sistemele 12.48 și 13.40 se obțin în mod similar parametrii optimi

$$|X_1|_{F_2}|X_2|_{F_2}\ldots|X_n|_{F_2}$$

care satisfac criteriul F_2, iar din sistemele 12.49 și 12.40 se obține ansamblul parametrilor x_i care satisfac ultimul criteriu de optimizare—funcția scop F_N

$$|X_1|_{F_N}|X_2|_{F_N}\ldots|X_n|_{F_N}$$

Sistemul 12.47—12.40, 12.48—12.40, ...12.49—12.42 de N sisteme cu $m+n$ necunoscute, cu un număr total N $(m+n)$ ecuații pentru numai $m+n$ necunoscute este evident incompatibil.

Pentru ca soluția optimă globală absolută să existe, ar fi necesar ca soluțiile optime particulare $|X_1|_{F_i}\ldots|X_n|_{F_i}$ să se confunde pentru toate cele N criterii de optimizare sau funcții scop.

$$|X_1|_{F_1}=|X_1|_{F_5}=\ldots=|X_1|_{F_N}$$

$$|X_2|_{F_1}=|X_2|_{F_2}=\ldots=|X_2|_{F_N}$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$

$$|X_n|_{F_1}=|X_n|_{F_2}=\ldots=|X_n|_{F_N}$$

Dacă se consideră de exemplu problema optimizării globale a parametrilor geometrici ai părții așchietoare ai unei scule (unghiul de așezare α, unghiul de degajare γ, unghiul de atac $\varkappa$, unghiul de înclinare λ etc.) luînd în considerație fie și numai cele trei criterii principale de optimizare-funcții scop, durabilitatea T, forța principală de așchiere P_z și rugozitatea suprafeței așchiate R_a,

$$T=T(\alpha, \gamma, \lambda, \varkappa, \varkappa', \varkappa_0)$$
$$P_z=P_z(\alpha, \gamma, \lambda, \varkappa, \varkappa', \varkappa_0)$$
$$R_a=R_a(\alpha, \gamma, \lambda, \varkappa, \varkappa', \varkappa_0)$$

şi aplicînd aceeaşi metodă a multiplicatorilor lui Lagrange se obţine sistemul de sisteme de ecuaţii

$$\sum_1^n \left(\frac{\partial_T}{\partial x_i} + \lambda_1 \frac{\partial R_a}{\partial x_i}\right) dx_i = 0 \qquad 12.50$$

$$\sum_1^n \left(\frac{\partial P_z}{\partial x_i} + \lambda_1 \frac{\partial R_a}{\partial x_i}\right) dx_i = 0 \qquad 12.51$$

în care, $x_1=\alpha$, $x_2=\gamma$, $x_3=\lambda, \ldots\ldots x_n=\varkappa_0$

Scriind dezvoltat sistemul şi combinîndu-l cu restricţia—funcţională R_a se obţine

$$\frac{\partial T}{\partial \alpha} + \lambda_1 \frac{\partial R_a}{\partial \alpha} = 0$$

$$\frac{\partial T}{\partial \gamma} + \lambda_1 \frac{\partial R_a}{\partial \gamma} = 0$$

$$\frac{\partial T}{\partial \lambda} + \lambda_1 \frac{\partial R_a}{\partial \lambda} = 0$$

$$\frac{\partial T}{\partial \varkappa} + \lambda_1 \frac{\partial R_a}{\partial \varkappa} = 0 \qquad 12.52$$

$$\frac{\partial T}{\partial \varkappa'} + \lambda_1 \frac{\partial R_a}{\partial \varkappa'} = 0$$

$$\frac{\partial T}{\partial \varkappa_0} + \lambda_1 \frac{\partial R_a}{\partial \varkappa_0} = 0$$

$$R_a(\alpha, \gamma, \lambda, \varkappa, \varkappa', \varkappa_0) - R_{aa} = 0$$

în care R_{aa} este rugozitatea admisibilă.

Din dezvoltarea sistemului 12.51 se obţine:

$$\frac{\partial P_z}{\partial \alpha} + \lambda_1 \frac{\partial R_a}{\partial \alpha} = 0$$

$$\frac{\partial P_z}{\partial \gamma} + \lambda_1 \frac{\partial R_a}{\partial \gamma} = 0$$

$$\cdots\cdots\cdots \qquad 12.53$$

$$\frac{\partial P_z}{\partial \varkappa_0} + \lambda_1 \frac{\partial R_a}{\partial \varkappa_0} = 0$$

$$R_a(\alpha, \gamma, \lambda, \varkappa, \varkappa', \varkappa_0) - R_{aa} = 0$$

Din sistemul 12.52 se obține soluția geometrică optimă din punctul de vedere al criteriului T, iar din sistemul 12.53 soluția optimă pentru criteriul P_z, ambele soluții respectînd și criteriul rugozității R_a.

Este evident că prima soluție

$$|\alpha|_T, \ |\gamma|_T, \ |\lambda|_T, \ |\varkappa|_T, \ |\varkappa'|_T, |\varkappa_0|_T,$$

nu poate coincide parametru cu parametru cu cea de a doua.

$$|\alpha|_{P_z}, \ |\gamma|_{P_z}, \ |\lambda|_{P_z}, \ |\varkappa|_{P_z}, \ |\varkappa'|_{P_z}, \ |\varkappa_0|_{P_z}$$

În acest sens, pentru diferite cazuri concrete

$$\gamma_T = -10^\circ \dots + 15^\circ \qquad \varkappa_T = 20^\circ \dots 30^\circ$$

iar

$$\gamma_{P_z} = 90^\circ \qquad \varkappa_{P_z} = 75^\circ \dots 90^\circ$$

diferențierile fiind mai mult decît nete, în timp ce pentru alți parametri aceste diferențieri sînt mai puțin pronunțate.

Din considerațiile anterioare și din exemplul prezentat rezultă că pentru ca optimizarea globală absolută să fie posibilă, ar trebui să existe o situație idealizată *de izotopie* a parametrilor optimali x_i indiferent de funcția scop.

Cum astfel de situație practic nu există, soluția optimă globală absolută reprezintă pentru proiectantul creativ un obiectiv ideal către care se tinde, dar care nu poate fi atins; trebuie găsite căile și metodele cele mai eficiente de apropiere a soluției optime globale practice de soluția optimă globală absolută.

12.8.2. Metode de apropiere a soluției optime de soluția optimă globală absolută

Soluția banală de apropiere de soluția optimă globală absolută prin calcularea mediilor aritmetice

$$|X_1| = \frac{\sum_1^N |X_1|_{F_i}}{N}$$

$$|X_2| = \frac{\sum_1^N |X_2|_{F_i}}{N} \qquad 12.54$$

$$\dots\dots\dots\dots$$

$$|X_n| = \frac{\sum_1^N |X_n|_{F_i}}{N}$$

este în marea majoritate a cazurilor concrete inacceptabilă, din două motive de bază :

— Influența net contradictorie a unor parametri asupra criteriilor de optimizare, ceea ce face ca mediile calculate după relațiile 12.54 să fie foarte îndepărtate de valorile optime locale; folosind în acest sens valorile optime ale unghiului de degajare γ și ale celui de atac $\varkappa$ din exemplul precedent, ar rezulta

$$|\gamma| = \frac{|\gamma|_T + |\gamma|_{P_z}}{2} = \frac{(-10° \dots +15°)+90°}{2} = 40° \dots 52°32'$$

$$|\varkappa| = \frac{|\varkappa|_T + |\varkappa|_{P_z}}{2} = \frac{(20° \dots 30°)+(75° \dots 90°)}{2} = 47°30' \dots 60°$$

soluții clar dezavantajoase.

— Grad de importanță net diferențiat al criteriilor de optimizare (al funcțiilor scop).

Pe această bază , s-ar putea contura următoarele trei metode de apropiere a soluției globale practice de soluția optimă globală absolută.

— optimizarea globală prin comasarea criteriilor;

— optimizarea globală prin ponderarea criteriilor;

— optimizarea globală prin localizarea influenței maximale a parametrilor și folosirea valorilor multiple ale acestora.

1.2.8.2.1. Optimizarea globală prin comasarea criteriilor

Revenind la exemplul precedent de optimizare geometrică a părții așchietoare a sculelor folosind două criterii, unul de maximizat—T și altul de minimizat—P_z și o restricție funcțională R_a, se poate defini o funcție sintetică scop F_{TP_z}

$$F_{TP_z} = T - P_z$$

care evident trebui maximizată, ținînd seama prin multiplicatorul lui Lagrange și de restricția R_a.

Parametrii optimi ($x_1=\alpha$, $x_2=\gamma, \dots x_n=\varkappa_0$) vor rezulta din sistemul de ecuații cu $n+1$ necunoscute (n parametri și un multiplicator Lagrange)

$$\sum_1^n \left(\frac{\partial F_{TP}}{\partial x_i} P_z + \lambda \frac{\partial R_a}{\partial x_i}\right) dx_i = 0 \qquad 12.55$$

$$R_a(x_i) - R_{aa} = 0$$

R_{aa} fiind rugozitatea admisibilă.

Într-un caz general, dacă

$F_1, F_2, \dots F_p$ sînt funcțiile scop (criteriile) de maximizat, iar

$F_I, F_{II} \dots F_q$ sînt funcțiile scop de minimizat, ($p+q=N$) atunci funcția scop comasată F va fi

$$F = \sum_1^p F_i - \sum_1^q F_j \qquad 12.56$$

iar condiția de maxim pentru aceasta

$$\sum_1^n \frac{\partial F}{\partial x_i} dx_i = 0 \qquad 12.57$$

sau, luînd în considerație și restricțiile funcționale f_j, condiția de maxim se va exprima prin sistemul

$$\sum_{1}^{n} \frac{\partial F}{\partial x_i} d x_i + \sum_{j=1}^{m} \sum_{i=1}^{n} \lambda_j \frac{\partial f_j}{\partial x_i} d x_i = 0 \qquad 12.58$$

care împreună cu sistemul 12.40 permite determinarea celor n parametri x_i optimi și a celor m multiplicatori λ_i ai lui Lagrange necunoscuți.

Cu toate că această metodă permite o apropiere mai fidelă de valorile optime absolute ale parametrilor x_i, prezintă același dezavantaj—nediferențierea după gradul de importanță a criteriilor de optimizare (a funcțiilor scop).

1.2.8.2.2. Optimizarea globală prin ponderarea criteriilor

Pentru scoaterea în evidență a principiilor acestei metode, în continuare se consideră exemplul optimizării globale a geometriei sculelor așchietoare [10] domeniu în care s-a pus pentru prima dată această problemă.

Principalele criterii de optimizare a geometriei sculelor așchietoare sînt următoarele:

— rezistența la uzură (durabilitatea efectivă) a sculei, T;
— capacitatea de a așchia ușor (cu forțe și momente de așchiere minime)
— calitatea și precizia suprafețelor prelucrate, R_a.

Pe lîngă aceste trei criterii principale, se pot distinge și o serie de criterii secundare :

— locul de pe tăiș care vine primul în contact cu materialul prelucrat;
— dinamicitatea forțelor și momentelor de așchiere;
— rezistența și rigiditatea tăișului;
— deformația suprafeței așchiate;
— forma așchiei și direcția de degajare a acesteia;
— direcția rezultantei forțelor de așchiere;
— tehnologitatea părții așchietoare;
— ascuțire și reascuțire comodă;
— capacitatea canalului de a cuprinde și elimina așchiile;
— preț de cost minim etc.

Rezistența la uzură sau durabilitatea efectivă a sculei este de cele mai multe ori criteriul esențial de optimizare a geometriei, reprezentînd unul din parametrii de bază ai fiabilității sculelor așchietoare. O sculă este mai rezistentă la uzură decît alta, atunci cînd strict în aceleași condiții de așchiere are o durabilitate mai mare. Importanța acestui criteriu este deosebită, ca urmare a următarelor motive principale;

— creșterea rezistenței la uzură, respectiv a durabilității efective, permite o sporire corespunzătoare a vitezei optime de așchiere, deci și a productivității muncii;

— mărirea durabilității efective, chiar și după mărirea vitezelor, de așchiere optime, conduce la micșorarea consumului anual de scule deci contribuie la micșorarea prețului de cost al produsului;

— creșterea rezistenței la uzură determină o creștere corespunzătoare a stabilității dimensionale a sculei așchietoare cu o reflectare directă în creșterea preciziei prelucrării (prin reducerea variațiilor dimensionale ale sculei transmisibile piesei în timpul prelucrării).

Capacitatea de a așchia ușor cu forțe și momente minime de așchiere reprezintă un criteriu de asemenea deosebit de important, întrucît de mărimea forțelor și momentelor de așchiere depind ;

— rezistența și deformația sculei;

— rezistența și deformația dispozitivului de prindere a sculei, a piesei, a mașinii unelte, a sistemului mașină-unealtă-sculă-dispozitiv-piesă (sistemul MUSDP), de care depinde stabilitatea la vibrații a sistemului și implicit calitatea și precizia prelucrării ;

— încărcarea energetică unitară (puterea consumată pe unitatea de lungime a tăișului) de care depinde și durabilitatea sculei;

— consumul de energie pe mașina unealtă.

Calitatea și precizia suprafețelor prelucrate reprezintă un criteriu de maximă importanță în condițiile eforturilor generale de ridicare a calității producției, în special în cazul operațiilor de finisare.

Locul de pe tăiș care vine primul în contact cu materialul piesei prelucrate, prezintă o importanță deosebită în special la sculele a căror parte așchietoare are o acțiune intermitentă, cu o dinamicitate ridicată a forțelor și momentelor de așchiere, ca în cazul rabotării, mortezării, frezării cilindro-frontale, broșării, cînd se urmărește ca primul punct care vine în contact cu piesa să fie cît mai îndepărtat de vîrful dintelui sculei, a cărui rezistență mecanică și rigiditate este relativ scăzută.

Dinamicitatea forțelor de așchiere prezintă o importanță sporită, atît la sculele care lucrează cu secțiuni de așchii variabile, cît și la sculele la care partea așchietoare acționează intermitent.

Direcția rezultantei forțelor de așchiere are influențe pronunțată, atît asupra modului de solicitare a părții așchietoare a dintelui, a corpului și a părții de fixare a sculei, cît și asupra autofixării plăcuțelor la sculele cu autofixare.

Rezistența și rigiditatea tăișului capătă o importanță mai mare la sculele prevăzute cu plăcuțe metalo sau mineraloceramice, caracterizate printr-o fragilitate ridicată reprezentînd un alt parametru important al fiabilității sculelor așchietoare.

Deformația suprafeței așchiate, legată în special de fenomenele de deformare plastică, de tăișul de depunere și de fenomenele de frecare de pe fața de așezare prezintă importanță la operațiile de finisare.

Forma așchiei și direcția sa de degajare prezintă importanță, atît din punct de vedere al descongestionării zonei de așchiere, al eliminării ponderii celei mai mari din căldura degajată în zona de așchiere și influențarea pe această bază a durabilității, al depozitării așchiilor, cît și din punctul de vedere al evitării zgîrierii suprafeței așchiate, în special la operațiile de finisare. De forma așchiei depind și comoditatea lucrului pe mașina unealtă, uneori așchiile căpătînd o astfel de formă, încît nu numai că jenează pe cel care deservește mașina unealtă, ci reprezintă și un pericol real de accidente de muncă.

Capacitatea canalului pentru așchii de a cuprinde și elimina așchiile degajate trebuie luată în considerație, în special la sculele la care așchiile se degajă în canale închise sau semiînchise de tipul broșelor, frezelor ferăstrău, burghielor, adîncitoarelor etc.

Prețul de cost prezintă o importanță deosebită în acțiunea generală de reducere a costurilor de fabricație, cunoscîndu-se faptul că prețul de

cost și cheltuielile de exploatare ale sculelor așchietoare intervin într-o pondere însemnată în stabilirea prețului de cost al produsului, cu atît mai mare, cu cît seria de fabricație este mai mică.

În majoritatea cazurilor, criteriile principale de optimizare sînt rezistența la uzură sau durabilitatea efectivă, mărimea forțelor și momentelor de așchiere și precizia și calitatea suprafeței așchiate, distingîndu-se și un șir întreg de criterii secundare. În diverse condiții concrete, unul sau două din criteriile principale devin esențiale iar unele criterii principale devin secundare. De exemplu, în cazul general al degroșării, dintre criteriile principale de optimizare devin esențiale durabilitatea și mărimea forțelor și momentelor de așchiere, cel de al treilea criteriu principal, precizia și calitatea suprafeței așchiate devenind secundar. În acest caz, proiectantul trebuie să-și concentreze atenția în special asupra parametrilor geometrici care influențează mai mult aceste criterii esențiale. Dar și după ce s-au stabilit criteriile esențiale de optimizare, proiectantul de scule așchietoare este pus uneori în situația de a acorda primordialitate unui singur criteriu, în special datorită acțiunii contradictorii a parametrilor geometrici asupra acestor criterii. Se va da primordialitate primului sau celui de-al doilea criteriu esențial de optimizare numai după cunoașterea cazului concret în care va lucra scula așchietoare ; astfel, dacă sistemul MUSDP este foarte rigid, se va acorda primordialitate primului criteriu de optimizare (durabilității) folosindu-se unghiuri de atac foarte mici de exemplu, iar dacă sistemul MUSDP nu este rigid, în vederea evitării unor forțe de așchiere P_z P_y mari, deci și a vibrațiilor, se va acorda primordialitate celui de al doilea criteriu de optimizare (forțelor și momentelor de așchiere) folosindu-se de exemplu unghiuri de atac mari.

În cazul finisării, dintre criteriile principale de optimizare esențial devine cel de al treilea (al preciziei și calității suprafeței așchiate) păstrîndu-și însă importanța criteriul 1, întrucît de rezistența la uzură a sculei depinde stabilitatea dimensională a acesteia și deci și precizia prelucrării. Dintre criteriile secundare, capătă o importanță deosebită direcția de degajare a așchiei, dinamicitatea forțelor și momentelor de așchiere, deformația stratului superficial al suprafeței așchiate.

12.8.2.2.1. *Stabilirea gradului de importanță și ordonarea criteriilor de optimizare prin metoda „deciziei impuse"*

Considerentele prezentate anterior au avut un caracter mai mult calitativ, fără a permite aprecierea cantitativă a gradului de importanță și ordonarea obiectivă a criteriilor de optimizare. Pentru stabilirea cît mai obiectivă a gradului de importanță a fiecărui criteriu în ansamblul acestora și ordonarea criteriilor se poate folosi una dintre tehnicile dezvoltate de analiză și ingineria valorii denumită „decizia impusă" [10]. Această metodă permite, prin comparații succesive între criteriile de optimizare, stabilirea unui grad de importanță materializat printr-un coeficient subunitar, suma gradelor de importanță a tuturor criteriilor de optimizare luate în analiză fiind reprezentate de cifra 1. În acest sens, se întocmește un tabel de ponderare a criteriilor, în care se înscriu, în prima coloană, criteriile, în coloanele următoare deciziile , prin compararea fiecărui criteriu cu fiecare, acordîndu-se o fracțiune din cifra 1 primului iar celui cu care se compară restul, astfel încît suma punctajelor unei singure comparații să fie cifra unu.

Spre deosebire de tabelul 6.3. de ordonare a criteriilor folosit la informare și sinteza informațiilor, cînd existau numai două variante (1—0 și 0—1); în cazul optimizării este necesară o apreciere mai fină (1—0; 0,9—01; 0,8—0,2; 0, 7—0,3; 0,6—0,4; 0,5—0,5; 0,4—0,6; 0,3—0,7; 0,2—0,8 0,1—0,9; 0—1)

TABEL 12.1

Nr. crt.	Criteriul de optimizare — Funcția scop —	Decizii relative 1	2	3	Total decizii n	Grad de importanță n/3
1	Forța de așchiere Pz	0,8	0,8	—	1,6	0,534
2	Durabilitatea T	0,2	—	0,5	0,7	0,233
3	Rezistența tăișului R	—	0,2	0,5	0,7	0,233

Dacă se optimizează unghiurile părții așchietoare a unei plăcuțe brazate pe un cuțit de strung universal de degroșare, armat prin brazare, atunci ar fi necesar să se pondereze numai două dintre cele trei criterii principale de optimizare, T și P_z (întrucît rugozitatea nu prezintă nici o importanță la degroșare), iar dintre criteriile secundare prezentînd importanță rezistența mecanică a tăișului R, care împreună cu durabilitatea reprezintă doi parametri de bază ai fiabilității.

Din tabelul de ponderare 12.1. rezultă următoarele grade de importanță pentru cele trei criterii rămase în discuție:

$$C_T=0{,}534;\ C_{P_z}=0{,}233;\ C_R=0{,}233$$

Punînd condiția de maxim pentru T și R și de minim pentru P_z se obțin valorile optime locale ale unghiurilor

$$|\alpha|_T \quad |\gamma|_T \ldots\ldots \quad |\varkappa_0|_T$$

$$|\alpha|_{P_z} \quad |\gamma|_{P_z} \ldots\ldots \quad |\varkappa_0|_{P_z}$$

$$|\alpha|_R \quad |\gamma|_R \ldots\ldots \quad |\varkappa_0|_R$$

Pentru a ține seama de gradul de importanță a fiecărui criteriu, parametrii optimizați global se vor determina din relațiile:

$$|\gamma| = C_T|\alpha|_T + C_{P_z}|\alpha|_{P_z} + C_R|\alpha|_R$$

$$|\gamma| = C_T|\gamma|_T + C_{P_z}|\gamma|_{P_z} + C_R|\gamma|_R \qquad 12.59$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$|\varkappa_0| = C_T|\varkappa_0|_T + C_{P_z}|\varkappa_0|_{P_z} + C_R|\varkappa_0|_R$$

sau,

$$|\alpha| = 0{,}534|\alpha|_T + 0{,}233|\alpha|_{P_z} + 0{,}233|\alpha|_R$$

$$|\gamma| = 0{,}534|\gamma|_T + 0{,}233|\gamma|_{P_z} + 0{,}233|\gamma|_R$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$|\varkappa_0| = 0{,}534|\varkappa_0|_T + 0{,}233|\varkappa_0|_{P_z} + 0{,}233|\varkappa_0|_R$$

12.8.2.2.2. *Metodica optimizării globale prin ponderarea criteriilor*

În consecință, într-un caz general, metoda de optimizare globală prin ponderarea criteriilor constă în următoarele:

— Se determină parametrii optimi

$$|X_1|_{F_1} |X_2|_{F_1} .... |X_n|_{F_1}$$

care satisfac funcția scop F_1, apoi parametrii optimi

$$|X_1|_{F_2} |X_2|_{F_2} .... |X_n|_{F_2}$$

care satisfac funcția scop F_2 și final patrametrii optimi

$$|X_1|_{F_N} |X_2|_{F_N} .... |X_n|_{F_N}$$

care satisfac ultimul criteriu de optimizare—funcția scop F_N.

— Prin metoda deciziei impuse se stabilesc gradele de importanță C_{F_1}, C_{F_2} ......C_{F_N} ale criteriilor de optimizare —funcțiilor scop $F_1, F_2 .....F_N$

— Se determină valorile medii ponderate ale parametrilor care reprezintă valori optimizate global.

$$\begin{aligned} X_1| &= \sum_1^N C_{F_i} |X_1|_{Fi} \\ |X_2| &= \sum_1^N C_{F_i} |X_2|_{Fi} \\ &\cdots\cdots\cdots\cdots \\ |X_n| &= \sum_1^N C_{F_i} |X_n|_{Fi} \end{aligned} \quad 12.60$$

12.8.2.3. Optimizarea globală prin localizarea influenței maximale a parametrilor și folosirea valorilor multiple ale acestora.

Prin această metodă se pot optimiza și parametrii cu influență net contradictorie asupra criteriilor de optimizare—funcțiilor scop imprimîndu-li-se valori duble, în urma localizării zonelor de maximă influență a fiecărui parametru în parte.

Domeniile de aplicare ale acestei metode sînt restrînse; pentru prima dată metoda a fost aplicată pe bază exclusiv experimentală de către muncitorii așchietori de performanță din deceniul 4 al secolului XX.

Dacă în urma optimizării unghiului de degajare γ folosind drept funcție scop forța de așchiere P_z în condiția restricției de rezistență a tăișului R s-a obținut o valoare optimă $|\gamma|_{P_zR}$, iar folosind drept funcție scop durabilitatea T, o valoare optimă $|\gamma|_T$, se constată o netă diferențiere (fig. 12.12) între aceste valori :

$$|\gamma|_{P_zR} >> |\gamma|_T$$

Localizînd însă fenomenele care materializează funcțiile scop se constată că fenomenele de uzură—durabilitate evoluează în zona din imediata apropiere a tăișului, t, în timp ce fenomenele de deformare a așchiei și de

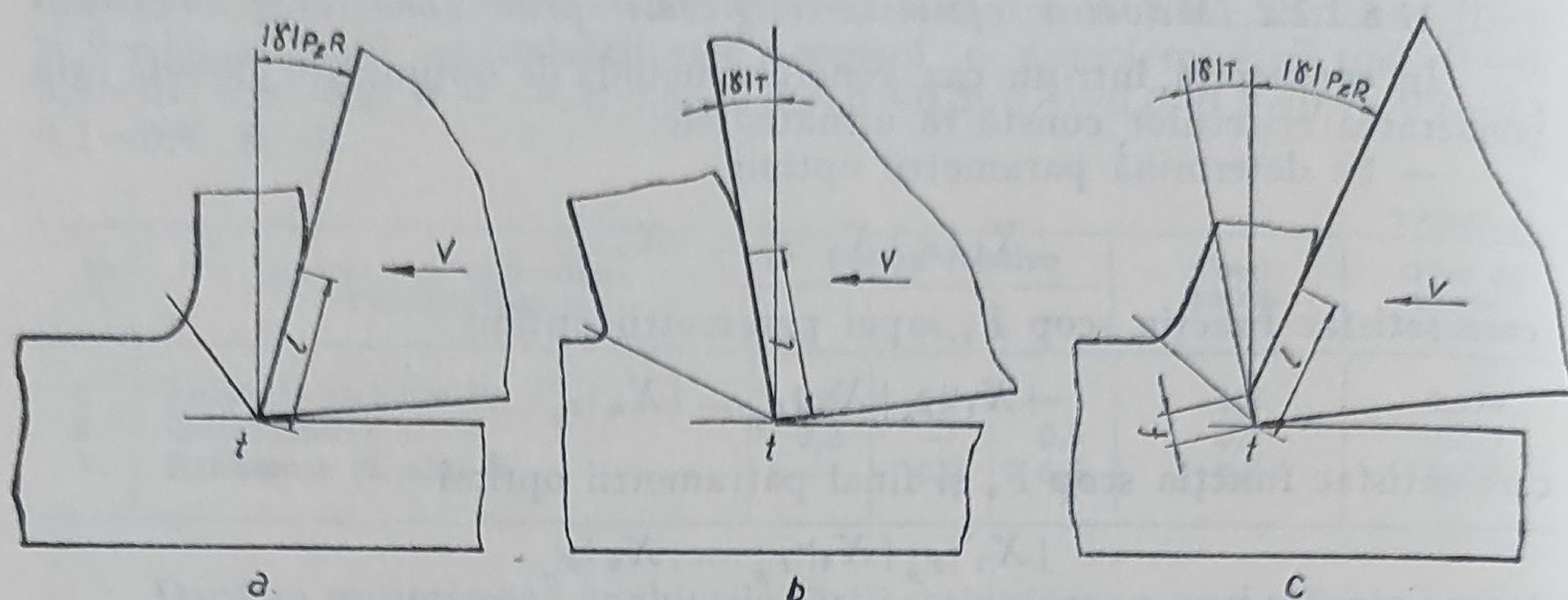


Fig. 12.12.

frecare care condiționează mărimea forței P_z au loc pe o zonă mult mai întinsă 1 a feței de degajare.

Prin urmare, cea mai mare parte a feței de degajare trebuie asigurată cu un unghi de degajare mare $(|\gamma|_{P_zR}$, în timp ce zona din imediata apropierea tăișului, sub forma unei fațete înguste f, trebuie să aibă un unghi de degajare $|\gamma|_T$ mic satisfăcînd criteriul T. În felul acesta influența negativă asupra criteriului P_z a micșorării unghiului γ este neînsemnată. Cele două criterii T și P_z sînt satisfăcute simultan aproape integral.

Dacă se optimizează unghiul de atac principal $\varkappa$ sub aspectul criteriilor T și R_a, se obține o valoare mică $|\varkappa|_R = 15°...20°$, iar optimizîndu-l sub aspectul criteriului forței de așchiere, rezultă o valoare mare $|\varkappa|_{P_z} = 90°$.

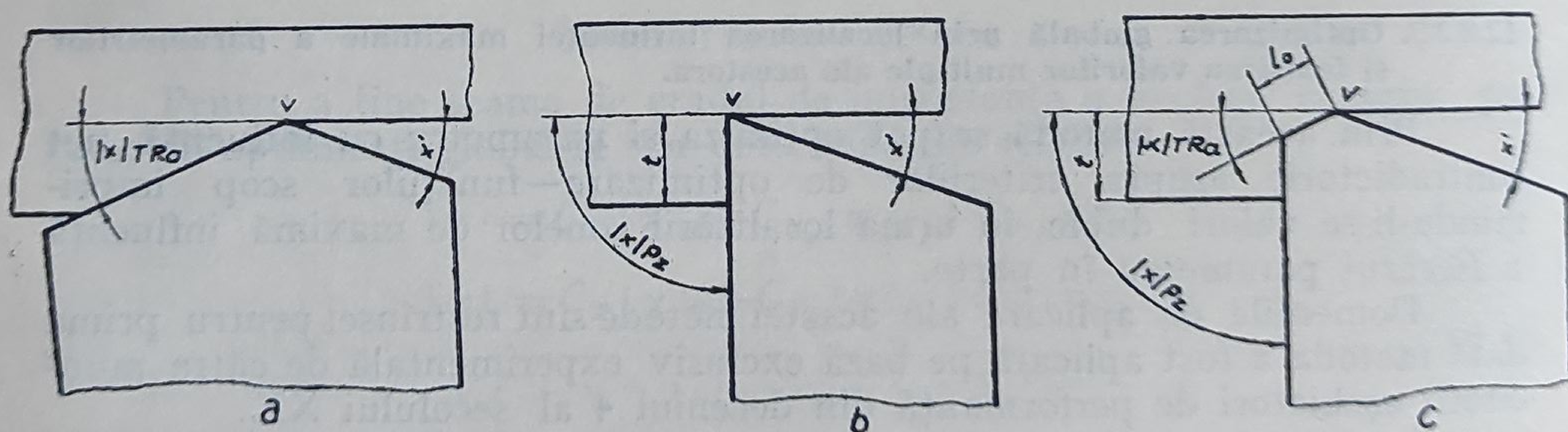


Fig. 12.13.

Întrucît fenomenele de uzură-durabilitate și de stabilire a rugozității sînt localizate în zona din imediata apropiere a vîrfului v (fig. 12.13) în timp ce fenomenele care dau forța P_z sînt localizate într-o zonă mai largă, corespunzătoare adîncimii t de așchiere, soluția optimă globală constă în imprimarea unui unghi de atac mic $|\varkappa|_{TR}$ pe o zonă îngustă 1_0 din imediata apropiere a vîrfului v în timp ce cea mai mare parte a părții active a tăișului se prevede cu un unghi de atac mare $|\varkappa|_{P_z}$.

Prin valoarea mică $|\varkappa|_{TR_a}$ din zona din apropierea vîrfului se satisface criteriul T în condițiile restricției de rugozitate R_a, fără ca prin aceasta să se afecteze substanțial negativ criteriul P_z. Sînt astfel simultan satisfăcute două criterii și o restricție printr-o optimizare globală.

BIBLIOGRAFIE

1. BELOUS V. — *Mecanism de acționare fără motor*. Brevet R.S.R., 67747.
2. WILDE J. DOUGLASS — *Globally optimal Design. A. Willey-Interscience Publication*. John Willey and Sons New-York, 1978. Traducere în limba rusă, Editura Mir, Moskva, 1981.
3. DIXON JOHN — *Inventiveness, Analysis and Decision Making*. Mc. Graw Hill Boock Co New-York, 1966. Traducere în limba rusă, Editura Mir, Moskva, 1969.
4. BELOUS V., COZMÎNCĂ M., LUNGU GH., LUPCHIAN T. — *Freză cu dinți demontabili cu ascuțire continuă*. Brevet R.S.R., 57841.
5. BELOUS V. și colab. — *Freză frontală cu dinți demontabili armați cu ascuțire continuă*. Brevet R.S.R., 61727.
6. BELOUS V. și colab. — *Freză de colț cu dinți demontabili armați*. Brevet R.S.R., 63972.
7. BELOUS V. — *Poziția optimă a tăișurilor frezelor frontale cu ascuțire continuă*. Lucrările Ses. șt. I. P. Iași și I. M. Nicolina. Rotaprint, I. P. Iași, 1974, pp. 56—60.
8. ZENER C. — *A Mathematical Aid in Optimising. Engineering Design*. Proc. Nat. Acad. Sci. 47, pp. 537—539, 1961.
9. ENESCU ION și SAVA VALERIU — *Matematici speciale*. Tipar Rotaprint, I. P. Iași, 1981.
10. BELOUS V. — *Sinteza sculelor așchietoare*. Editura Junimea, Iași, 1980.

CAPITOLUL XIII

ANALIZE DE CAZURI DE PROCESE INVENTIVE

Pentru ilustrarea metodologiei creației tehnice, în cele ce urmează se prezintă cîteva procese inventive concrete realizate în special prin tehnici și metode logice de sinteză de către autorul prezentei lucrări, în demeniul sculelor așchietoare și al tehnologiei de fabricație a acestora, precum și din domeniul mecanismelor.

13.1. Exemplu din domeniul sculelor așchietoare și al procedeelor de ascuțire a acestora ; burghiul ELBITOR și procedeul de realizare [1]

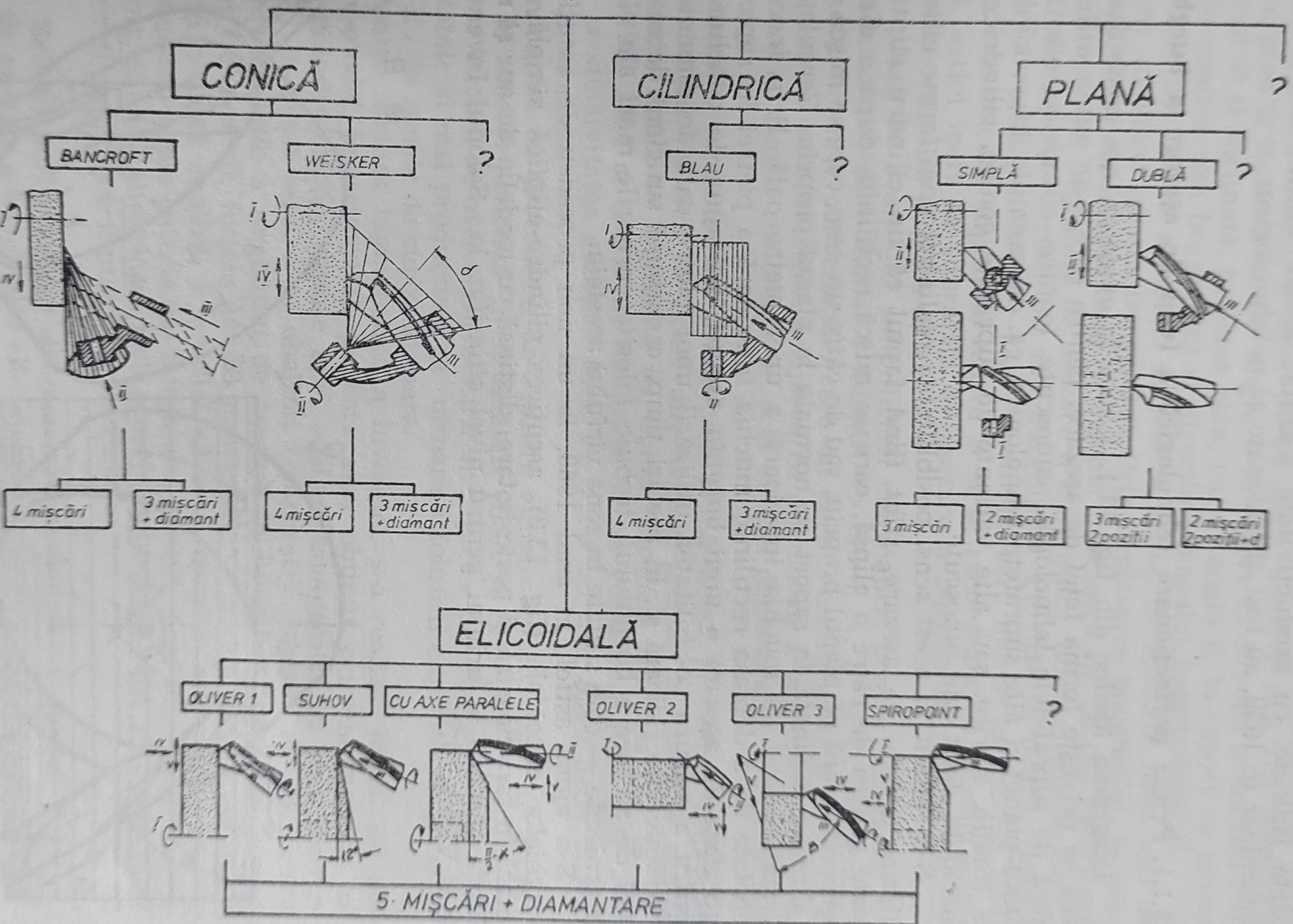
Noul tip de burghiu a apărut ca urmare a analizei critice a metodelor moderne de ascuțire a burghielor și a formei și dimensiunilor fețelor de așezare ale acestora și este rezultatul unor studii, cercetări și experimentări întinse pe 16 ani, soldate cu un „lanț“ de 12 invenții [4], [12], [16]... [25] de procedee, dispozitive și mașini de ascuțit și cu 19 lucrări științifice elaborate și publicate în domeniu [2] [3] [5] [6] [11] [14] [15] [26]... [37], printre care și trei teze de doctorat [11] [38] [39].

Pe baza sintezei informațiilor rezultate din consultarea a 37 titluri de articole, brevete și prospecte [2], s-a elaborat o diagramă a ideilor referitoare la forma feței de așezare și cinematica generării acesteia (fig. 13.1). Analiza critică a stadiului actual al tehnicii în domeniu, asociată cu diagrama vizualizată a ideilor, a condus la următoarele concluzii :

— tipul suprafeței de așezare a burghiului realizat prin metodele cunoscute nu afectează decît în mică măsură criteriile de optimizare ale geometriei burghiului elicoidal ;

— suprafețele de așezare și procedeele actuale de realizare a acestora nu sînt tehnologice, apelînd la un număr mare de mișcări de lucru (4—5 pentru ascuțirile conice, cilindrice și elicoidale și 3, dar cu cîte 2 poziționări, la ascuțirile dublu-plane), ceea ce conduce la mașini de ascuțit complexe, greoaie în exploatare.

S-a putut astfel formula tema de creație tehnică : O nouă formă a feței de așezare, realizabilă tehnologic printr-un număr minim de mișcări de lucru care să asigure calități așchietoare comparabile cu cele ale burghielor ascuțite convențional.


FORMA FEȚEI DE AȘEZARE - CINEMATICA GENERĂRII
CONICĂ
CILINDRICĂ
PLANĂ
?
BANCROFT
WEISKER
?
BLAU
?
SIMPLĂ
DUBLĂ
?
4 mișcări
3 mișcări + diamant
4 mișcări
3 mișcări + diamant
4 mișcări
3 mișcări + diamant
3 mișcări
2 mișcări + diamant
3 mișcări 2 poziții
2 mișcări 2 poziții + d
ELICOIDALĂ
OLIVER 1
SUHOV
CU AXE PARALELE
OLIVER 2
OLIVER 3
SPIROPOINT
?
5 MIȘCĂRI + DIAMANTARE
Fig. 13.1

O primă posibilitate de reducere a unei mişcări de lucru constă din utilizarea suprafeţei cilindrice interioare a unei pietre oală sau a unei suprafeţe conice interioare, dar în ambele cazuri erau necesare, pentru asigurarea curburii feţei de aşezare, pietre de diametre mici, cu turaţii foarte ridicate, cu productivitate scăzută. Aceste soluţii, experimentate preliminar în 1959, au fost abandonate ca netehnologice.

13.1.1. Prima perfecţionare tehnologică a feţei de aşezare a burghielor

Diagrama ideilor din fig. 13.1 a scos în evidenţă noi posibilităţi în ceea ce priveşte forma feţei de aşezare, pentru care s-ar putea utiliza în afară de suprafeţele tehnologice cunoscute (conice, cilindrice, elicoidale, dublu-plane) şi alte suprafeţe tehnologice, ca, de exemplu, hiperboloidale, de rotaţie, sferice, sau alte variante de suprafeţe conice, cilindrice sau elicoidale decît cele cunoscute.

S-a reţinut în acest sens, posibilitatea realizării unei forme cilindro-eliptice a feţei de aşezare, ştiut fiind faptul că un cilindru eliptic se poate genera de către o elipsă, care se mişcă rectiliniu, după o direcţie perpendiculară pe planul propriu, sau de către un cerc, care se mişcă după o direcţie înclinată în raport cu normala la planul propriu. Cercul poate fi materializat de muchia interioară a unei pietre oală. Prin încercări repetate de a deplasa rectiliniu muchia interioară a pietrei în raport cu suprafaţa de aşezare a unui burghiu ascuţit, s-a ajuns la concluzia că pentru a asigura posibilitatea utilizării unor pietre oală de diametru şi productivitate ridicată şi, în acelaşi timp, o curbură suficient de mare a feţei de aşezare a burghiului, trebuie folosite curburile mari ale elipsei de proiecţie — cele situate în zona vîrfului acesteia.

S-a ajuns astfel, în anul 1960, la un nou procedeu de ascuţire a burghielor elicoidale (fig. 13.2), ascuţirea cilindro-eliptică simplă, brevetată în ţara noastră şi peste hotare, distinsă cu medalia de aur şi menţiunea specială a juriului pentru nivel ştiinţific, la Salonul Invenţiilor de la Viena, 1970.

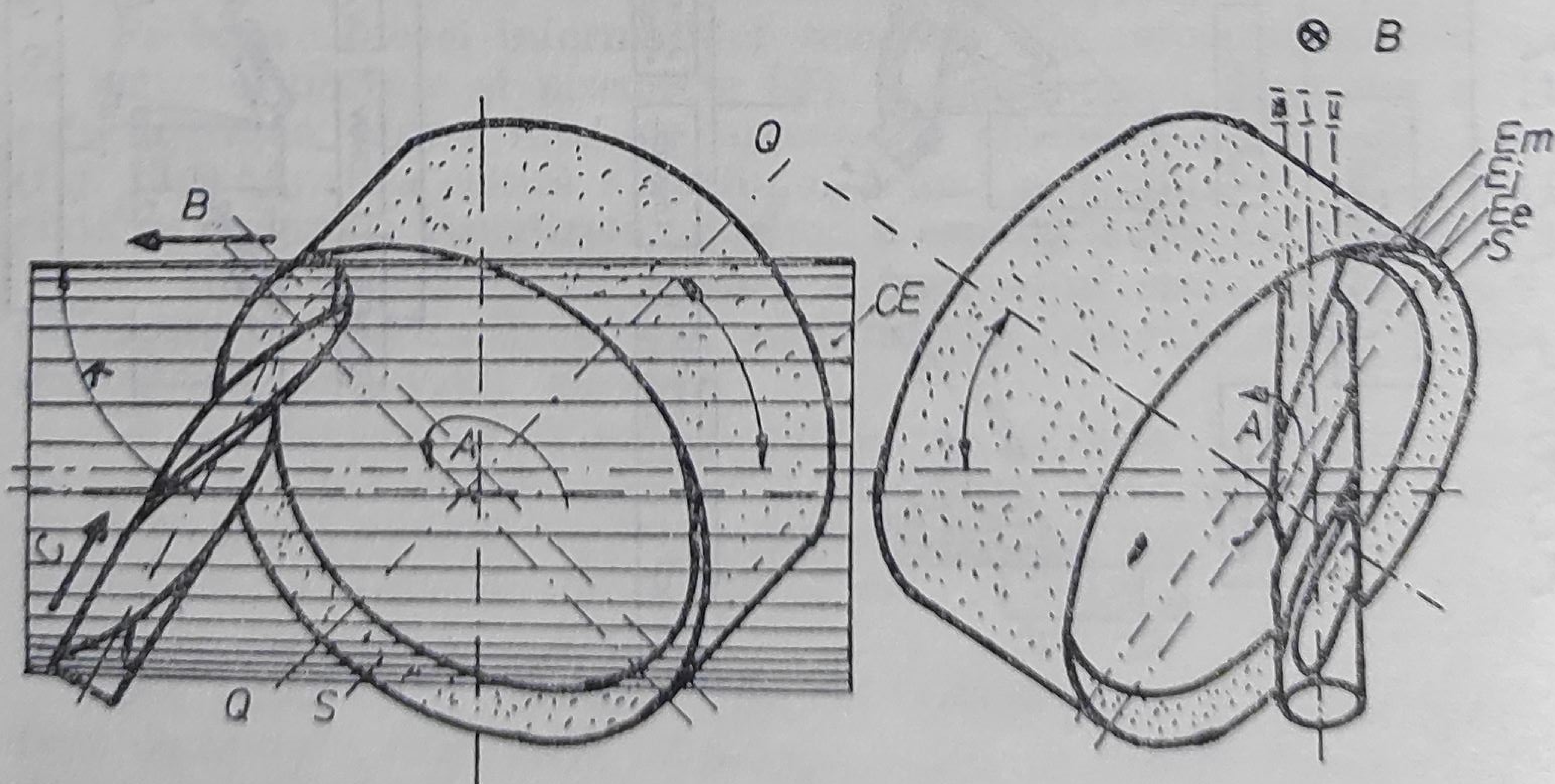


Fig. 13.2.

Primit cu interes în străinătate, procedeul a fost denumit de către Pier Lorenzo Levi d'Ancona „ascuţirea Iaşi" [7].

Ascuţirea se realizează cu ajutorul suprafeţei frontal-interioare S, hiperboloidale de rotaţie, a unei pietre oală, a cărei axă era conţinută într-un plan Q înclinat cu un unghi α în raport cu direcţia avansului longitudinal B şi înclinată, în acest plan, cu un unghi β, în raport cu planul P, care conţine axa burghiului şi direcţia avansului longitudinal B.

Suprafaţa activă a pietrei se realiza iniţial cu ajutorul unui vîrf de diamant amplasat pe axa burghiului. Prin deplasarea burghiului, în mişcarea sa de avans longitudinal B, muchia interioară E_i şi cea exterioară F_e generau pe suprafaţa de aşezare a burghiului două elemente de cilindri eliptici intersectaţi pe axa burghiului. Pe măsura uzurii, rezultă o singură curbă generatoare E_m, continuă, care începe cu muchia interioară, traversează suprafaţa activă S şi se racordează cu muchia exterioară, astfel încît pe suprafaţa de aşezare a burghiului rezultă practic o porţiune cilindro-eliptică unică.

În afară de avantajul simplificării cinematice, pentru realizarea ascuţirii fiind necesare numai 3 mişcări de lucru, A, B, şi C, au rezultat şi condiţii termice convenabile, care au permis ascuţirea fără răcire. De asemenea, nu este necesară corijarea cu diamantul a suprafeţei active S, compensarea uzurii realizîndu-se prin simpla deplasare periodică, axială a pietrei.

Maşinile semiautomate concepute după acest procedeu, împreună cu specialiştii Fabricii de scule din Rîşnov, precum şi maşinile simple de ascuţit, realizate împreună cu Uzina mecanică Nicolina Iaşi în anii 1964—1965 sînt şi astăzi în funcţiune şi au confirmat avantajele estimate, productivitatea ascuţirii fiind de 3 ... 6 ori mai mare decît la maşinile importate.

În raport cu procedeele de ascuţire cilindro-eliptice apărute aproximativ în aceeaşi perioadă în străinătate (BSA şi Brierley) [8], noul procedeu se bucură de avantajul folosirii unor pietre de diametru mai mare, mai stabile şi mai productive, ca urmare a folosirii elipselor de proiecţie E_i şi E_e în zonele de curbură mare.

Pentru analiza inginerească a invenţiei, s-a realizat iniţial un dispozitiv-model experimental, pe care s-au obţinut primele burghie ascuţite cilindro-eliptic, supuse apoi analizei comparativ cu cele convenţionale : în acest sens, s-au analizat comparativ curbele de detalonare, legea de variaţie a unghiului de aşezare în lungul tăişului principal şi a celui transversal, forţele axiale, momentele de aşchiere şi durabilitatea.

Din această analiză, a rezultat că noul burghiu are calităţi aşchietoare sensibil egale cu cele ale burghiului ascuţit conic Stack-Washborne-Bancroft, dar net superioare, sub aspectul tehnologicităţii, productivităţii, ascuţirii şi simplificării utilajelor de ascuţit.

13.1.2. Prima perfecţionare geometrică-funcţională a formei feţei de aşezare a burghielor elicoidale

Admiţînd faptul că factorul esenţial exterior, care determină rezistenţa la uzură, respectiv durabilitatea efectivă a burghiului este temperatura, a cărei creştere determină o scădere a durabilităţii, rezultă că pentru mărirea durabilităţii este necesar să se micşoreze „încărcarea energe-

tică unitară E", criteriu introdus de către autorul prezentei lucrări, încă din anul 1966 [1], și să se îmbunătățească condițiile de evacuare a căldurii, ceea ce ar fi echivalent cu micșorarea criteriului Bisacre-Chao [9] Vs/λ, în care V este viteza de așchiere, s — avansul, iar λ — conductivitatea termică.

Expresia generală a încărcării energetice unitare, definită ca o putere consumată pe unitatea de lungime a tăișului, este [1],

$$E=C_p V S^{y_p} \sin k \cos \lambda, \qquad 13.1$$

în care, în afara notațiilor cunoscute, C_p — constanta forței de așchiere principale, pentru materialul dat: y_p— exponentul avansului din expresia experimentală a forței principale de așchiere; k — unghiul de atac; γ — unghiul de înclinare.

Este evident că în cazul burghiului, datorită variabilității parametrilor geometrici în lungul tăișului și, în special, datorită creșterii vitezei spre diametrele mari, încărcarea energetică unitară va crește spre diametrele mari, producînd o uzură neuniformă de lățime crescătoare.

Pe această bază, spre deosebire de alte scule așchietoare, la care tăișul se uzează uniform, ieșind simultan din uz cu toate porțiunile sale active, tăișul principal al burghiului elicoidal ascuțit după procedee convenționale, precum și după procedeul cilindro-eliptic, simplu, nu este rațional exploatat, ieșind din uz în zona vîrfurilor principale, într-un moment cînd zona din apropierea miezului mai păstrează rezerve importante de uzură.

Pentru optimizarea formei tăișului principal sub aspectul durabilității ar trebui pusă condiția ca încărcarea energetică unitară E să fie constantă pe toată lungimea tăișului principal. Dacă pentru simplificare se consideră un tăiș principal conținut în planul axial al burghiului, atunci $\lambda=0$, iar

$$E=C_p V S^{y_p} \sin k=\text{const.}$$

de unde, prin înlocuiri, se ajunge la o condiție de forma,

$$k=\text{arc} \sin \frac{C}{D_x} \qquad 13.2$$

în care C este o constantă, în cazul unui burghiu și regim date, iar D_x — diametrul curent al burghiului.

Forma tăișului trebuie să fie astfel încît să fie respectată legea de variație (13.2) pentru unghiul k. Stabilirea și utilizarea unei relații exacte pentru legea de variație optimă a unghiului k este deosebit de laborioasă și la aceasta ar trebui să se țină seama atît de variabilitatea unghiului λ, cît și de modificarea formei tăișului sculei, din rectilinie, pentru k=constant = 59°, în curbilinie strîmbă, pentru k variabil.

Este evident că pentru realizarea condiției (13.2) tăișul burghiului trebuie să rezulte curbiliniu, cu unghiul k descrescător spre diametrele mari. Întrucîtva, această condiție este realizată de ascuțirile duble sau triple, dar aceste ascuțiri presupun două sau trei poziționări ale burghiului în raport cu piatra, determinînd o scădere apreciabilă a productivității ascuțirii.

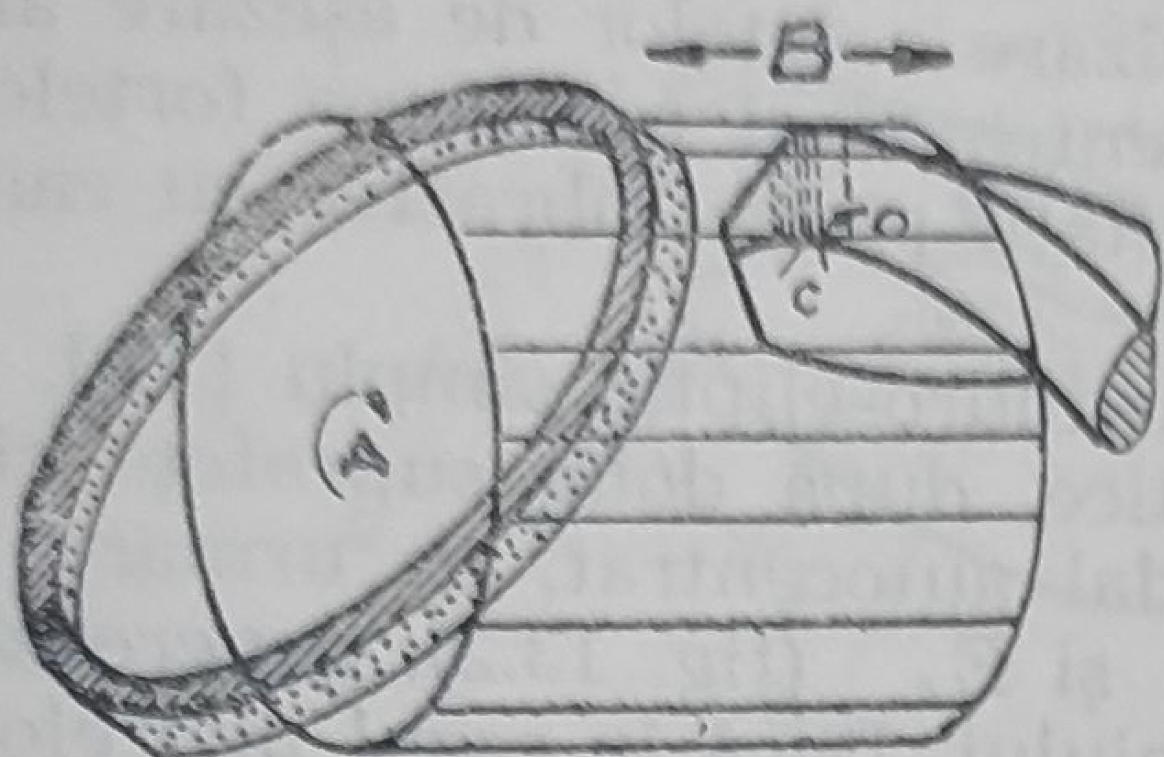


Fig. 13.3.

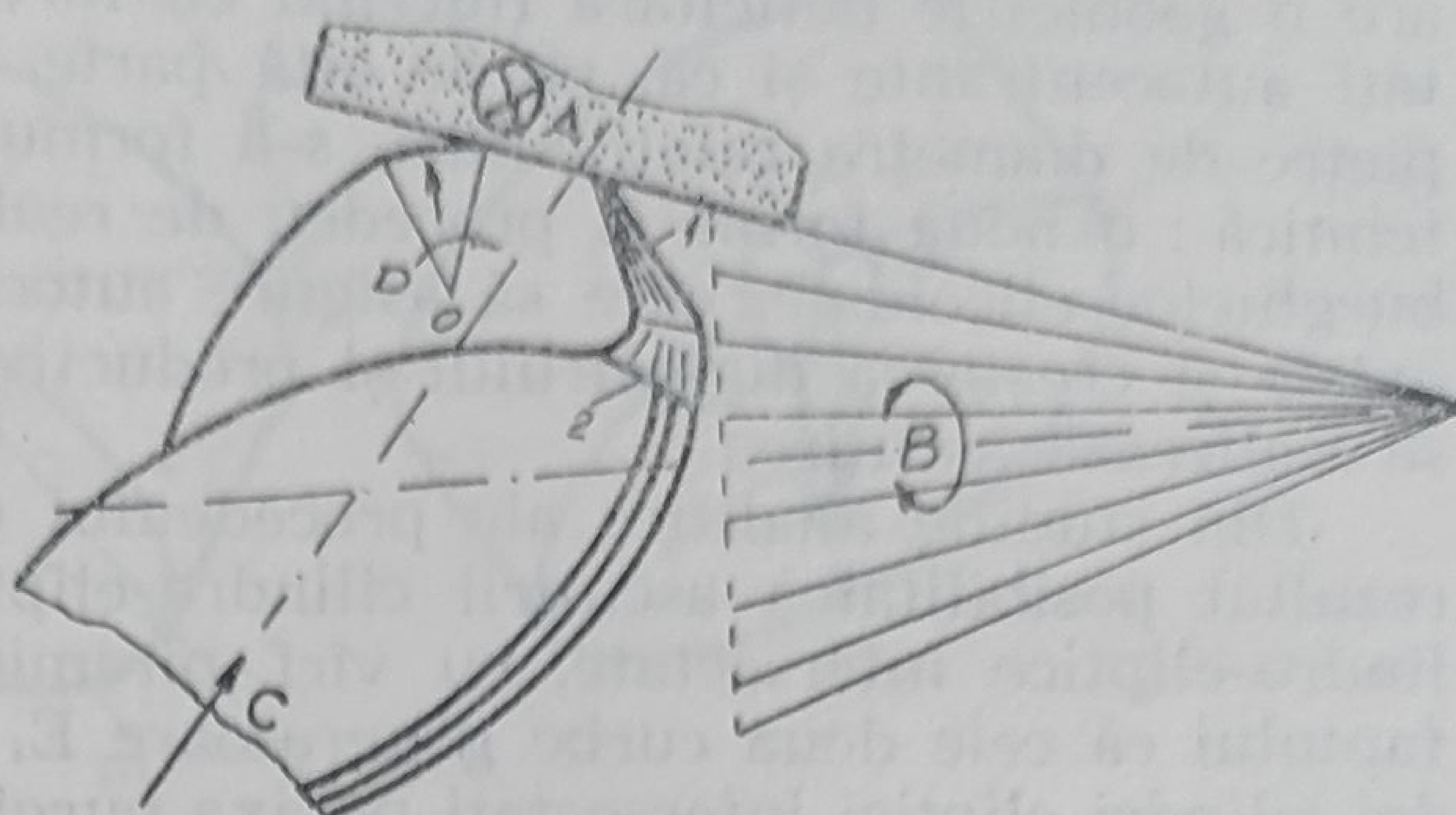


Fig. 13.4.

În concluzie, pe cale analitică inginerească, s-a putut formula o a doua temă de creație tehnică, privind perfecționarea formei feței de așezare și a tăișului principal ale burghielor elicoidale : să se conceapă o astfel de formă a feței de așezare și a tăișului principal, încît, păstrînd tehnologicitatea obținută la procedeul cilindro-eliptic, să se obțină o durabilitate sporită (pe seama respectării legii 13.2).

Pornind de la varianta de bază a ascuțirii cilindro-eliptice s-a ajuns astfel la o nouă variantă (fig. 13.3) în conformitate cu care tăișul principal rezultă de formă curbilinie convexă-optimizată. La această variantă, mișcarea de avans pe adîncime C (fig. 13.2) era înlocuită printr-o mișcare lentă de rotație C, în jurul unei axe. O, perpendiculare pe planul definit de axa burghiului și direcția avansului longitudinal B (fig. 13.3) ; în felul acesta, suprafața de așezare a burghiului pătrunde lent pe adîncime, realizîndu-se și o zonă de racordare toroidal-eliptică.

Experimentîndu-se un astfel de burghiu, s-a constatat o creștere a rezistenței la uzură de 2 ... 3 ori în raport cu ascuțirile convenționale sau cilindro-eliptice simple. Șapte ani mai tîrziu, François L'Homme și Bernard Legui brevetează un procedeu și o mașină de ascuțit burghie după suprafețe conice, racordate cu suprafețe sferice sau toroidal-circulare (fig. 13.4) [10], echivalent cu procedeul cilindro-eliptic racordat cu o suprafață toroidal-eliptică din punctul de vedere al calităților așchietoare ale burghielor ascuțite, dar reprezentînd un regres din punct de vedere tehnologic ; într-adevăr, în afară de mișcările A, B și C, specifice ascuțirilor conice, procedeul presupunea și prezența unei mișcări de rotație lentă D, în jurul unei axe O situate la o distanță r de suprafața activă a pietrei ; dacă la aceste mișcări se adaugă și o mișcare de uniformizare a uzurii sau de diamantare, se ajunge la 5 mișcări, față de trei mișcări la procedeul nostru.

13.1.1. Cea de a doua perfecționare tehnologică, combinată cu cea de a doua perfecționare geometrică funcțională a formei feței de așezare a burghiului elicoidal

Pornind de la constatarea că, pe de o parte, tăișul transversal la ascuțirea cilindro-eliptică simplă (EL) și cea după suprafețe cilindro-toroidal-eliptice (ELTOR) ca și, de altfel, la celelalte ascuțiri convenționale,

are o geometrie deficitară (lucrînd cu forțe axiale mari) și nu are calități autocentrante și că, pe de altă parte, pentru ascuțire sînt necesare pietre de diametre relativ mici, s-a formulat o a treia temă de creație tehnică : o nouă formă și procedeu de realizare a fețelor de așezare ale burghielor elicoidale, care să asigure autocentrarea și reducerea forțelor axiale și creșterea diametrului și productivității pietrei abrazive cu care se realizează ascuțirea.

Din studiile analitice ale procedeului cilindro-eliptic simplu [11], a rezultat posibilitatea ascuțirii cilindro-eliptice, după două suprafețe cilindro-eliptice intersectate, cu vîrf piramidal autocentrat, ca urmare a faptului că cele două curbe generatoare E_i și E_e (fig. 13.2), generează doi cilindri eliptici intersectați pe axa burghiului. Dacă în cazul pietrelor oală obișnuite, acest lucru nu se observă, după un anumit număr de ascuțiri, rezultînd o suprafață cilindro-eliptică unică, în cazurile cînd diferența dintre cele două diametre extreme ale pietrei oală, corespunzătoare muchiilor n și m (fig. 13.5), este mare, va rezulta și o diferențiere netă între cei doi cilindri eliptici constituienți ai feței de așezare, diferență care se păstrează și în urma uzurii pietrei.

Pe de altă parte, dacă o suprafață conică interioară a unei pietre se intersectează cu planul P al mișcării de avans longitudinal B al burghiului, curba de intersecție rezultă sub forma unui arc de conică concavă ; pornind cu burghiul într-o mișcare de avans rectiliniu B, din fundul concavității, se obține, odată cu această mișcare și o mișcare de pătrundere treptată a burghiului în piatră, cu eliminarea unui strat de metal de pe fața de așezare de grosime ΔR, ΔT sau ΔP, funcție de planul secant R, T sau P, în care se măsoară adîncimea concavității. În felul acesta, numărul de mișcări de lucru a fost redus la numai două, procedeul fiind cel mai simplu din acest punct de vedere [12], [14].

Ulterior, în locul unei curbe conice, s-a apelat la o curbă mai convenabilă, astfel încît la capetele cursei avansul indirect pe adîncime să tindă spre zero, curba devenind paralelă cu avansul B. O astfel de curbă este concoida dreptei (concoida lui Nicomede), aplicată prin intermediul unei came de conducere a diamantului generator al suprafeței active a pietrei, pe mașina semiautomată realizată la Laboratorul de mașini-unelte și scule de la Institutul politehnic din Iași.

Un alt important avantaj tehnologic al acestui procedeu, denumit prescurtat „Elbi", îl constituie faptul că, sub aspect geometric, diametrul pietrei nu este limitat, permițînd folosirea unor pietre de diametru, durabilitate și productivitate sporite.

În afară de avantajele tehnologice, noul procedeu realiza și o optimizare a geometriei burghiului din punctul de vedere a două criterii principale de optimalitate :

a) datorită creșterii unghiului de degajare pe tăișul transversal, burghiele ascuțite așchiază cu o forță axială redusă cu 15 ... 25% ;

b) datorită formei piramidale a tăișului transversal, burghiul capătă importante calități autocentrante, cu repercusiuni corespunzătoare asupra preciziei și calității suprafeței burghiate.

Cele două porțiuni cilindro-eliptice ale feței de așezare se intersectează după o muchie i, paralelă, sau înclinată în raport cu tăișul principal (fig. 13.6) și echivalează, practic, noul procedeu, din punct de vedere geometric, cu procedeul dublu plan, ale cărui avantaje au fost de-

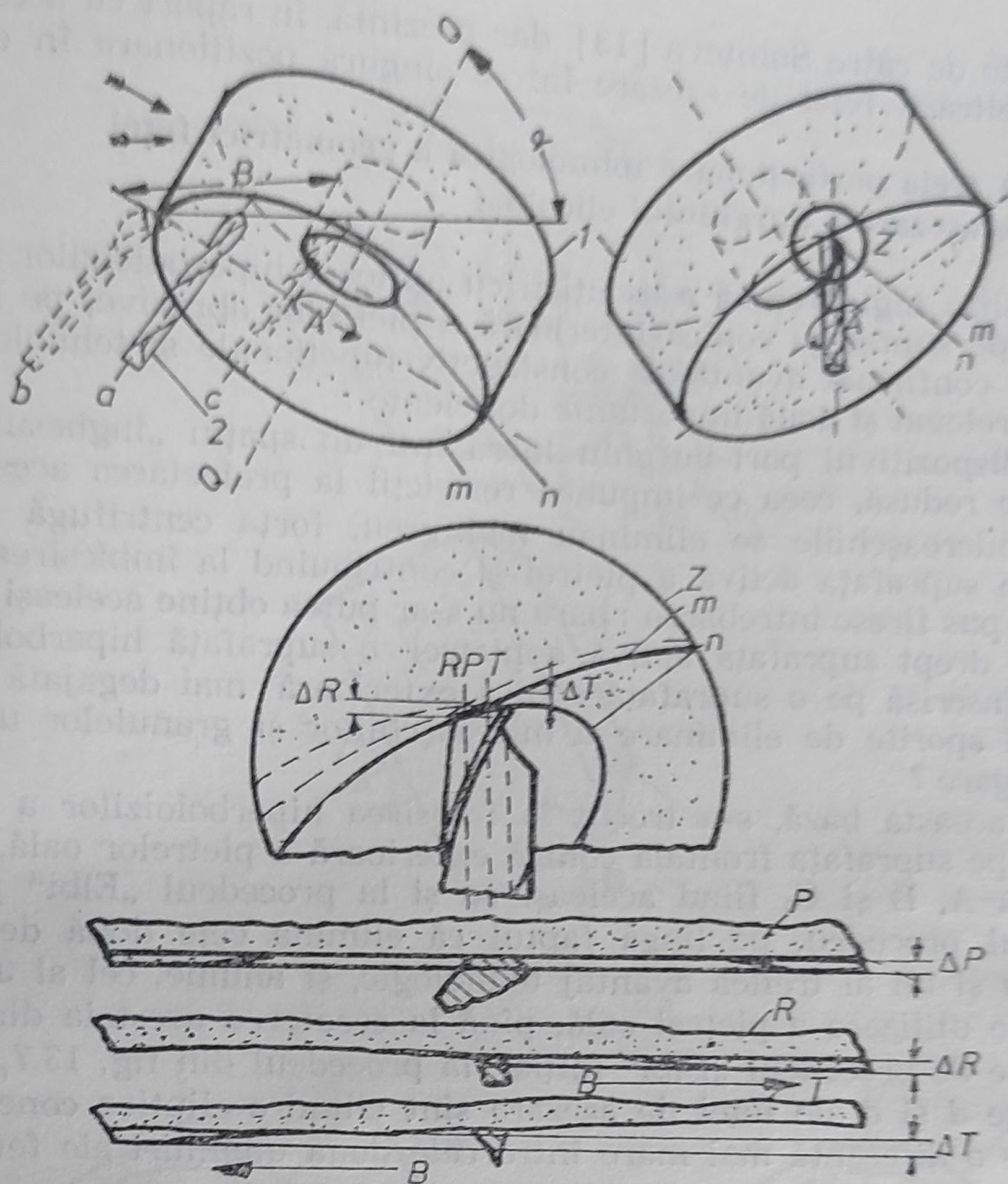


Fig. 13.5.

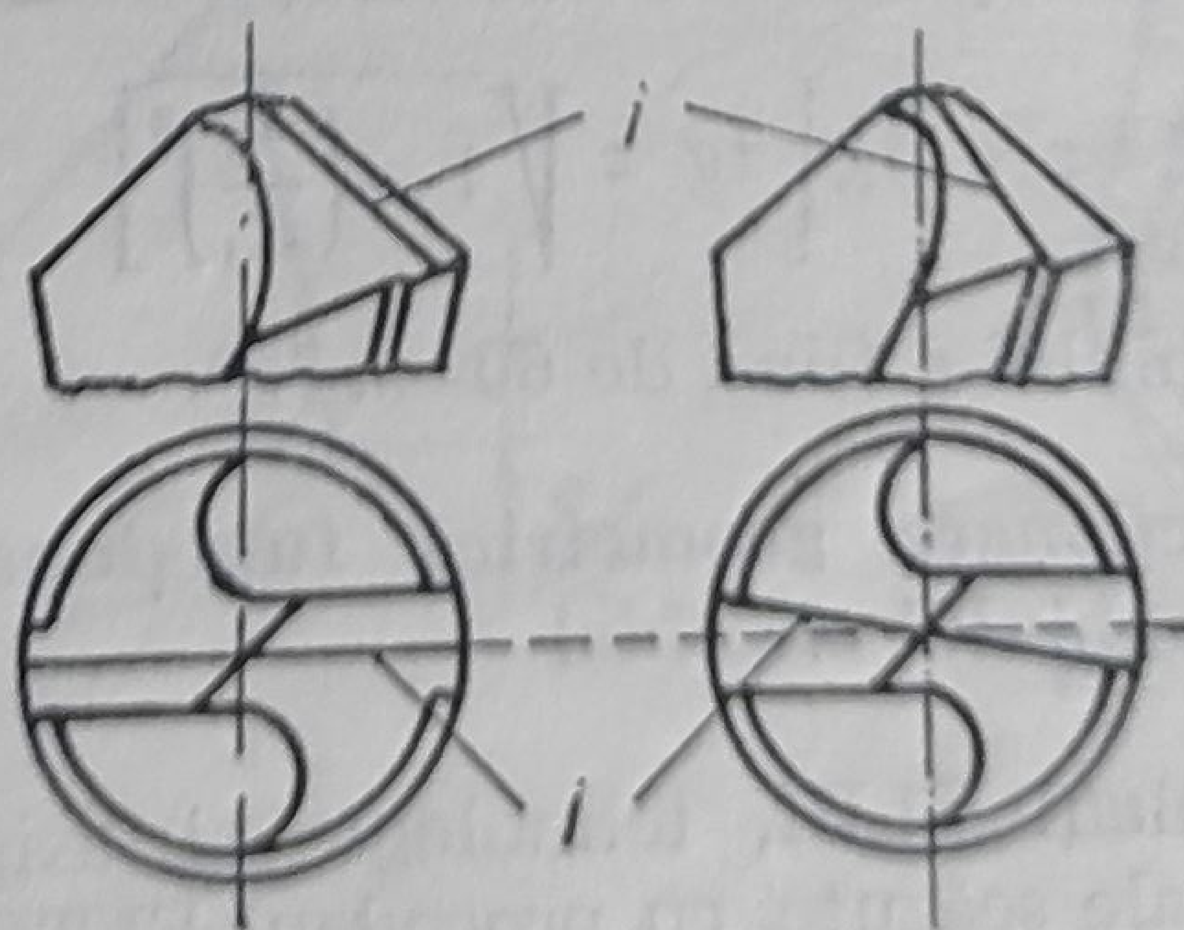


Fig. 13.6.

monstrate de către Solnţeva [13], dar prezintă, în raport cu acesta, avantajul realizării feţei de aşezare într-o singură poziţionare în dispozitiv.

13.1.4. A treia perfecţionare tehnologică a geometriei feţei de aşezare a burghiului elicoidal

Analiza inginerească a ascuţirii cu ajutorul hiperboloizilor de rotaţie înscrişi pe suprafaţa conică interioară a pietrelor abrazive, pe lîngă faptul că a confirmat avantajele constructiv-funcţionale şi tehnologice estimate, a relevat şi două importante deficienţe :

a) dispozitivul port-burghiu lucra într-un spaţiu „înghesuit" cu vizibilitate redusă, ceea ce impunea restricţii la proiectarea acestuia ;

b) microaşchiile se eliminau mai greu, forţa centrifugă menţinîndu-le pe suprafaţa activă a pietrei şi contribuind la îmbîcsirea acesteia.

S-a pus firesc întrebarea : oare nu s-ar putea obţine aceleaşi rezultate, folosind drept suprafaţă activă a pietrei o suprafaţă hiperboloidală de rotaţie înscrisă pe o suprafaţă conică exterioară mai degajată şi cu posibilităţi sporite de eliminare a microaşchiilor şi granulelor uzate, prin centrifugare ?

Pe această bază, s-a trecut la folosirea hiperboloizilor a (fig. 13.7) înscrişi pe suprafaţa frontală conică exterioară a pietrelor oală, mişcările de lucru A, B şi C_1 fiind aceleaşi ca şi la procedeul „Elbi" precedent.

Noul procedeu, pe lîngă faptul că elimina cele două dezavantaje, prezenta şi un al treilea avantaj tehnologic, şi anume, cel al unui grad sporit de utilizare a pietrei oală, pînă la scoaterea acesteia din uz. Spre deosebire de procedeul „Elbi" iniţial, la procedeul din fig. 13.7, cele două suprafeţe *d* şi *e* ale feţei de aşezare sînt cilindro-eliptice concave, realizîndu-se o diferenţă mai mare între cele două unghiuri ale feţei de aşezare, $\Delta\alpha=\alpha_2-\alpha_1$.

În conformitate cu cercetările teoretice referitoare la optimizarea geometrică a acestei ascuţiri [14], [15], diferenţa este dată de relaţia [15].

$$\Delta\alpha=\alpha_2-\alpha_1=\text{art tg}\frac{\cos\varepsilon}{\sqrt{\left(\frac{R_1}{b}\right)^2-1}}-\text{arct g}\frac{\cos\varepsilon}{\sqrt{\left(\frac{R_2}{b}\right)^2-1}} \qquad 13.3$$

în care R_1 — raza interioară, R_2 — raza exterioară, iar unghiul de ascuţire al muchiei interioare a pietrei dat de relaţia

$$\xi=\text{arc tg}\left[\text{tg}\,\varepsilon\sqrt{1-\left(\frac{b}{R_1}\right)^2}\right] \qquad 13.4$$

valoarea optimă a unghiului ε fiind de 60° ... 70°.

13.1.5. A treia perfecţionare geometrică funcţională a feţei de aşezare a burghiului elicoidal

Combinînd procedeul ELBI, tehnologic şi asigurînd autocentrarea burghiului şi forţe axiale scăzute, cu procedeul ELTOR, cu tăiş curbiliniu, cu o durabilitate net superioară, s-a realizat procedeul ELBITOR.

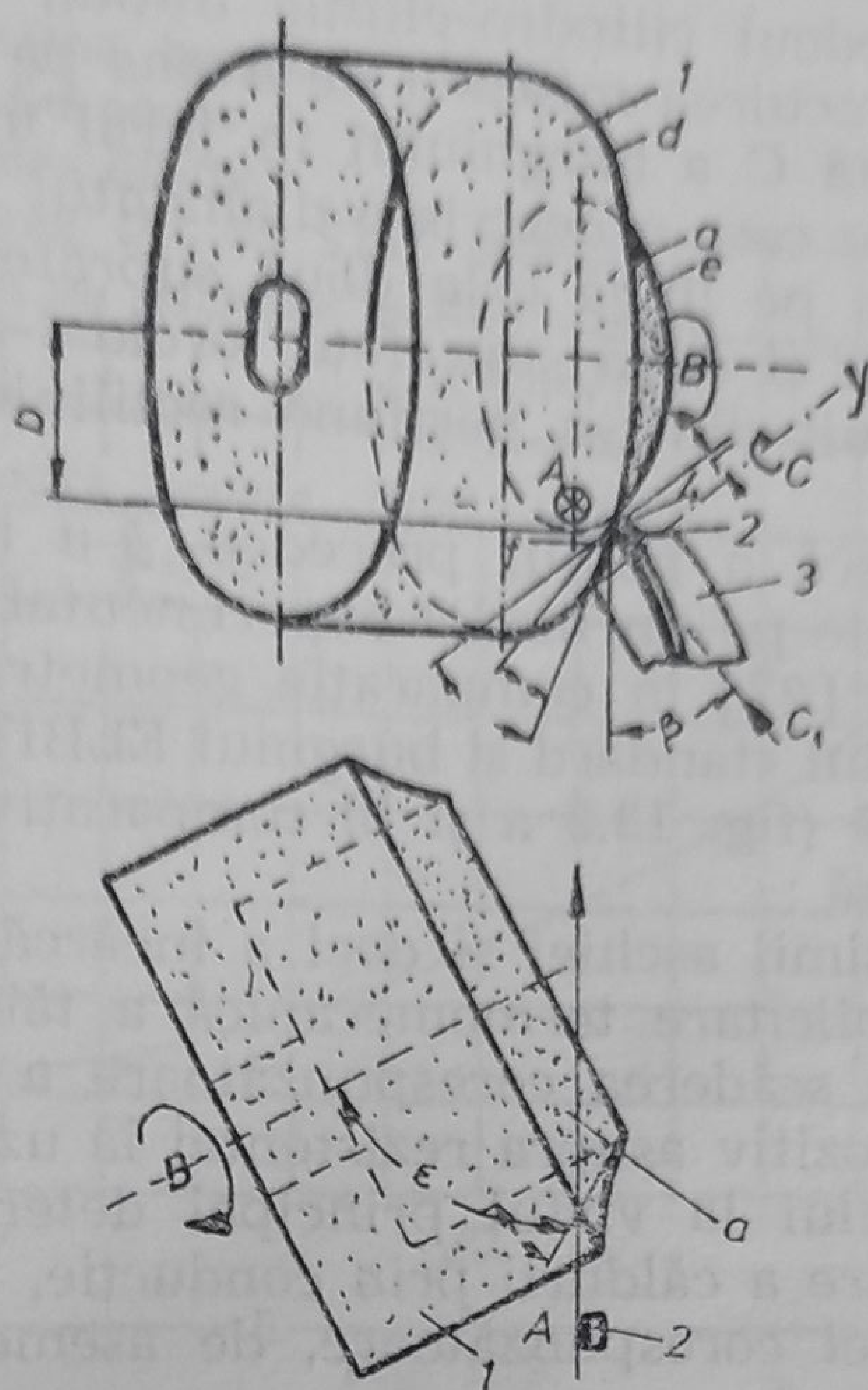


Fig. 13.7.

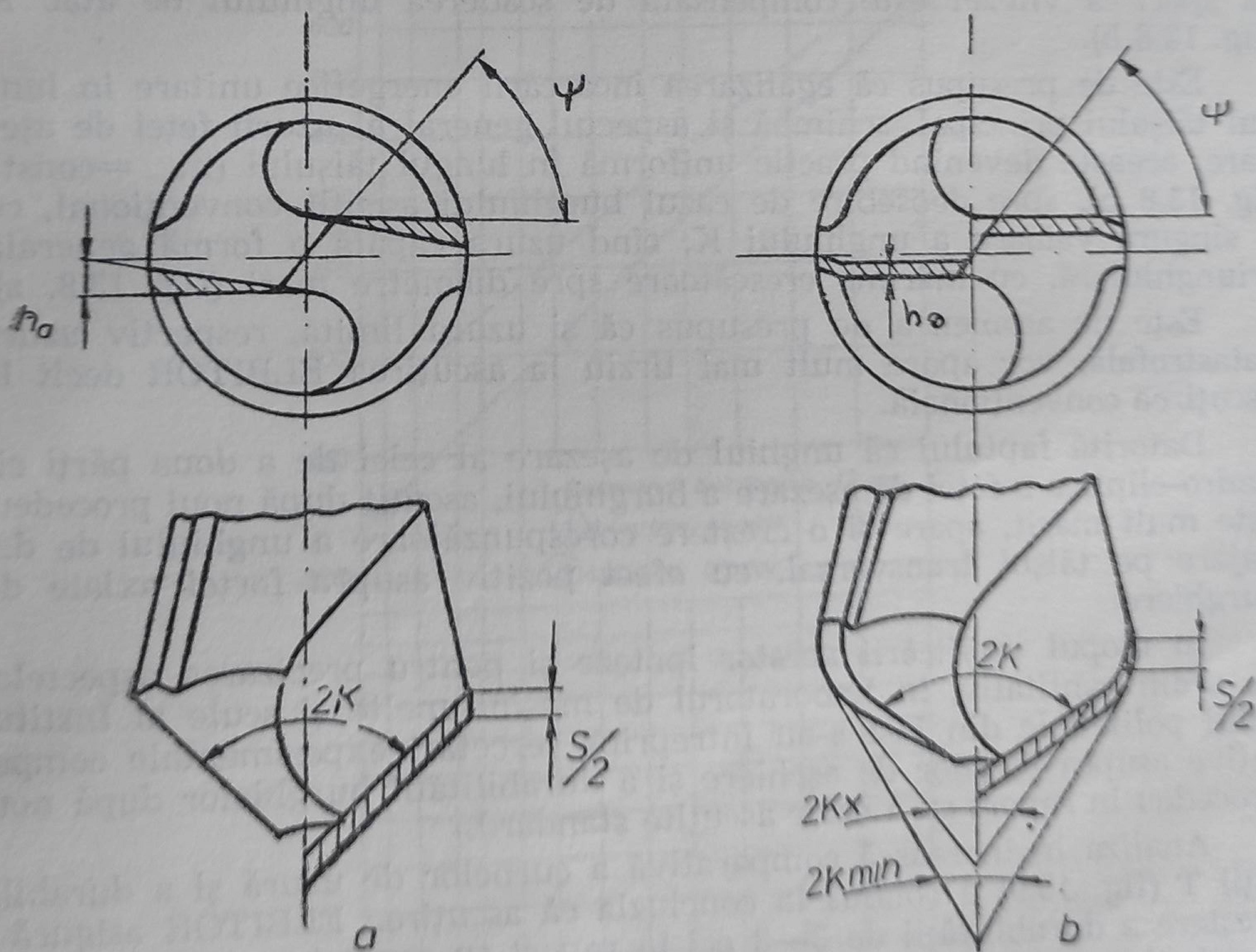


Fig. 13.8.

Aplicînd principiul de realizare a formei curbilinii a tăişului principal, utilizat la procedeul cilindro-eliptic iniţial, la ascuţirea cilindro-eliptică dublă, prin înlocuirea mişcării de avans pe adîncime C_1 printr-o mişcare de rotaţie lentă C a burghiului în jurul unei axe Y, situate la o distanţă 1 de linia pe care a descris-o diamantul 2 la generarea hiperboloidului de rotaţie *a* pe lîngă cele două suprafeţe cilindro-eliptice, *a* şi *b* (fig. 13.8) se obţin şi două suprafeţe toroidal-eliptice, *c* şi *d*, tăişul principal fiind constituit dintr-o porţiune rectilinie *e* şi una în arc de racordare *f*, de rază 1.

Analiza inginerească a noului procedeu s-a referit la experimentarea burghielor ascuţite pe un model experimental de maşină de ascuţit (fig. 13.8) şi a constat [27] în comparaţia geometrică, dinamometrică şi de uzură, dintre burghiul standard şi burghiul ELBITOR.

Analiza geometrică (fig. 13.8 a şi b) comparativă a condus la următoarele concluzii de bază :

a) micşorarea grosimii aşchiei şi deci a încărcării energetice unitare în zona de maximă solicitare termomecanică a tăişului (zona vîrfurilor principale), conduce la scăderea corespunzătoare a temperaturii în zona de aşchiere, cu efect pozitiv asupra rezistenţei la uzură (fig. 13.8, a şi b).

b) mărirea unghiului la vîrful principal determină o îmbunătăţire a capacităţii de evacuare a căldurii prin conducţie, la mărirea rezistenţei termo-mecanice a zonei corespunzătoare, de asemenea cu efect pozitiv asupra rezistenţei la uzură.

Într-adevăr, din expresia încărcării energetice unitare E (13.1) rezultă o oarecare egalizare a acesteia în lungul tăişului, ca urmare a faptului că sporirea vitezei este compensată de scăderea unghiului de atac K (fig. 13.8 b).

Este de presupus că egalizarea încărcării energetice unitare în lungul tăişului principal schimbă şi aspectul general al uzurii feţei de aşezare, aceasta devenind practic uniformă în lungul tăişului (h_a =const., fig. 13.8 b), spre deosebire de cazul burghiului ascuţit convenţional, cu o singură valoare a unghiului K, cînd uzura capătă o formă generală triunghiulară, cu mărime crescătoare spre diametre mari (fig. 13.8. a).

Este de asemenea de presupus că şi uzura limită, respectiv uzura catastrofală, vor apare mult mai tîrziu la ascuţirea ELBITOR decît la ascuţirea convenţională.

Datorită faptului că unghiul de aşezare al celei de a doua părţi cilindro-eliptice a feţei de aşezare a burghiului, ascuţit după noul procedeu, este mult mărit, apare şi o creştere corespunzătoare a unghiului de degajare pe tăişul transversal, cu efect pozitiv asupra forţei axiale de burghiere.

În scopul verificării acestor ipoteze şi pentru precizarea aspectelor de ordin cantitativ, în Laboratorul de maşini-unelte şi scule al Institutului politehnic din Iaşi s-au întreprins cercetări experimentale comparative asupra forţelor de aşchiere şi a durabilităţii burghielor după noul procedeu în raport cu a celor ascuţite standard.

Analiza inginerească comparativă a curbelor de uzură şi a durabilităţii T (fig. 13.9) a condus la concluzia că ascuţirea ELBITOR asigură o creştere a durabilităţii de 3—8 ori în raport cu cea a burghielor ascuţite standard-conic.

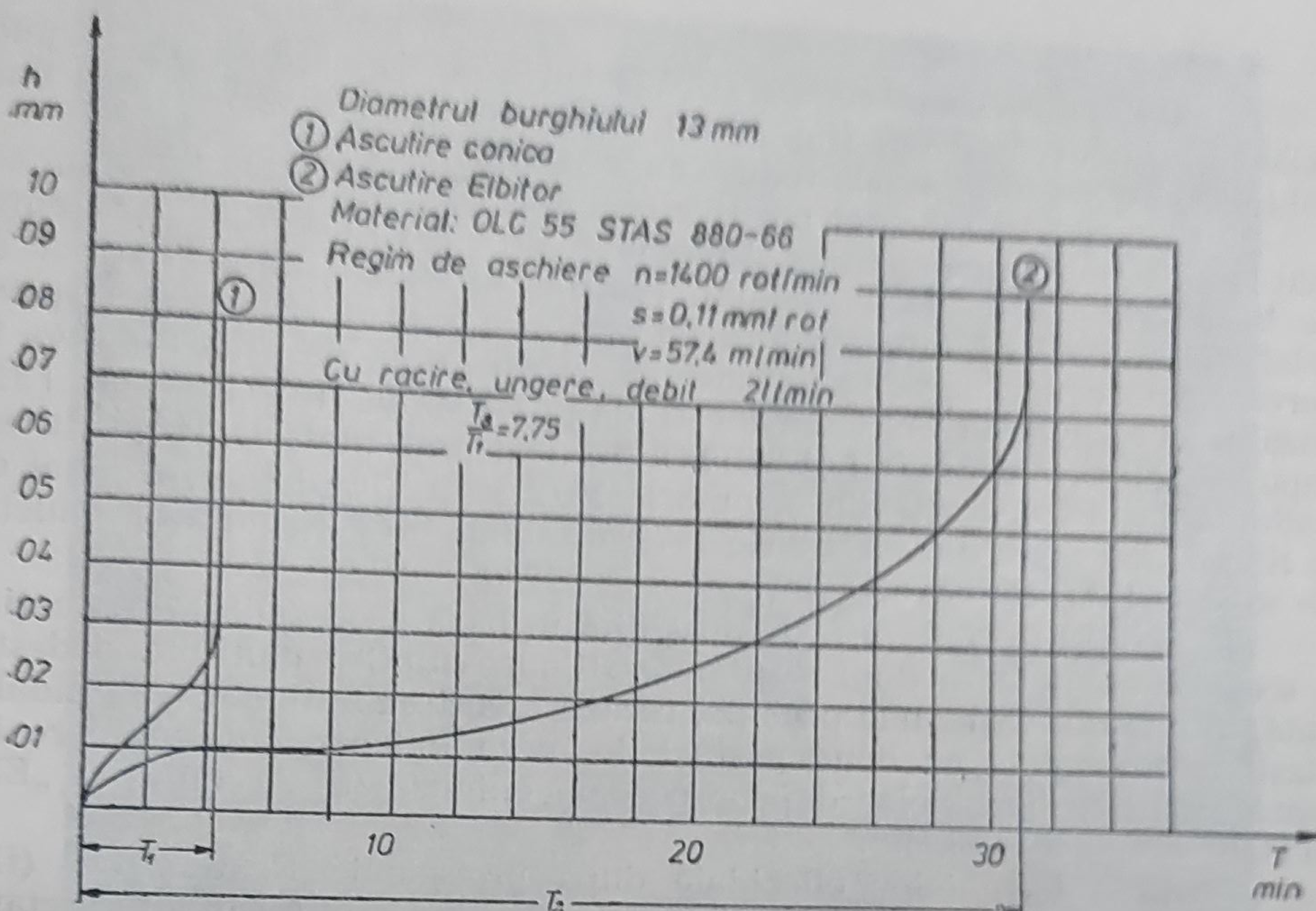


Fig. 13.9.

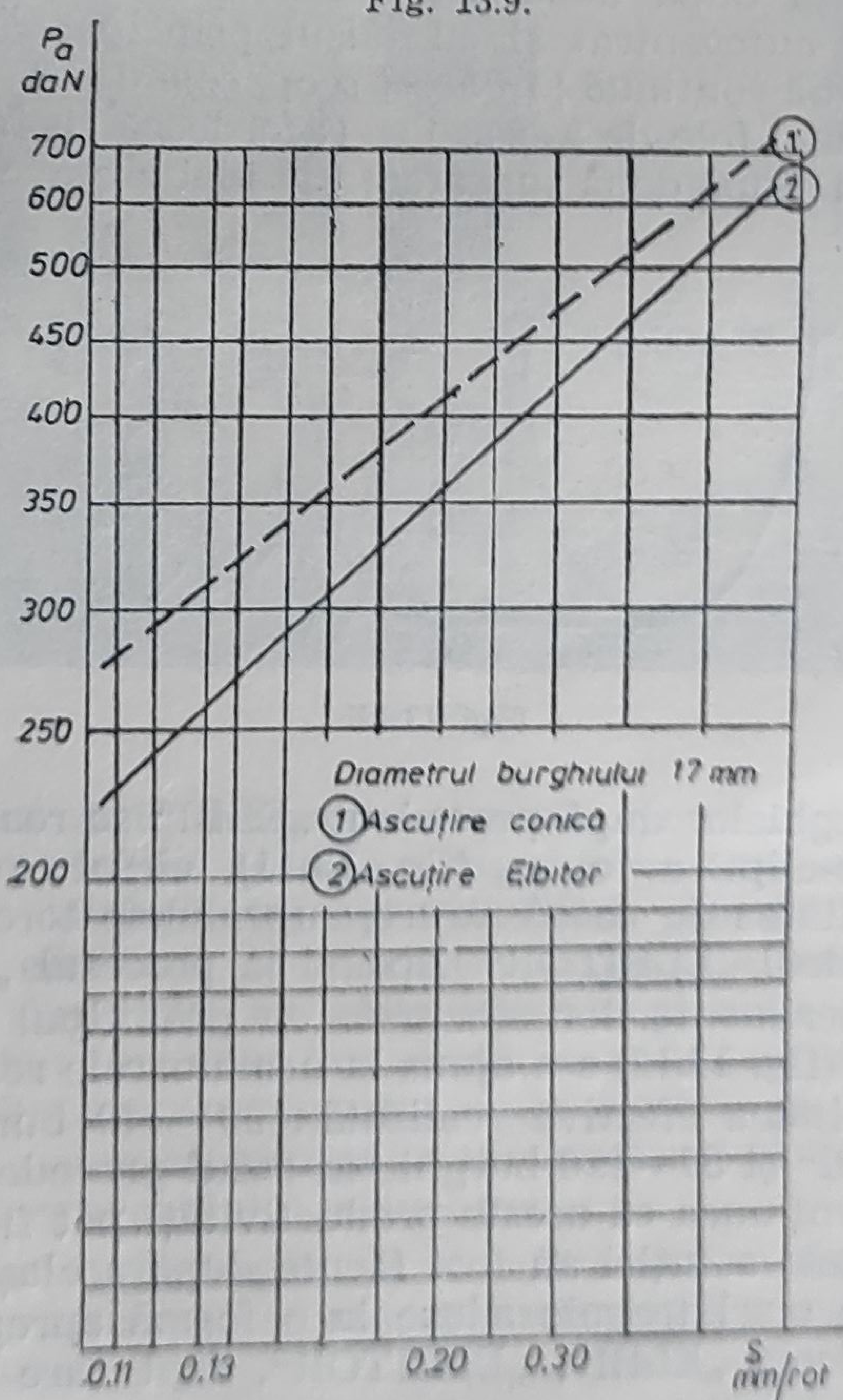


Fig. 13.10.

Analiza inginerească comparativă a curbelor de variaţie ale forţelor axiale P, funcţie de avans (fig. 13.10), a condus la concluzia că noul burghiu aşchiază cu forţe axiale reduse cu 20—25%.

Pe baza rezultatelor net pozitive obţinute cu noul tip de burghiu, s-a luat hotărîrea de implementare şi producţie de serie a maşinilor de ascuţit, pe baza prototipului experimental, realizat în cadrul unui contract de colaborare ştiinţifică între catedra de maşini-unelte şi scule şi Întreprinderea „Mecanică" Suceava ; reproiectată şi executată de I. M. Suceava în baza brevetelor de invenţii româneşti ale procedeului [16] şi maşinii [21], capul seriei zero al maşinii „ELBITOR" a fost prezentată la Tîrgul Internaţional de la Bucureşti din octombrie 1972 şi la Tîrgul Internaţional de la Karl-Marx Stadt din noiembrie 1972, din anul 1973 intrînd în producţia de serie la I. M. Suceava.

Maşina „ELBITOR" a fost construită în baza procedeului de ascuţire a sculelor aşchietoare după suprafeţe cilindro-eliptice multiple şi destinată, în una din variantele posibile, pentru ascuţirea burghielor elicoidale. Maşina este dotată cu două posturi de lucru independente, care realizează ascuţirea burghielor după procedeul cilindro-eliptic multiplu „ELBITOR" respectiv „ELBI".

Ascuţirea burghielor elicoidale după procedeul „ELBITOR" (fig. 13.11), se realizează după două suprafeţe cilindro-eliptice intersectate, cu vîrf piramidal autocentrat şi cu tăişul principal racordat cu tăişul faţetei printr-o curbă continuă ; în acest scop, cele două suprafeţe cilindro-eliptice e_1, e_2 ale unei feţe de aşezare se racordează cu faţeta şi cu spatele dintelui burghiului după două suprafeţe toroidal eliptice t_1, t_2.

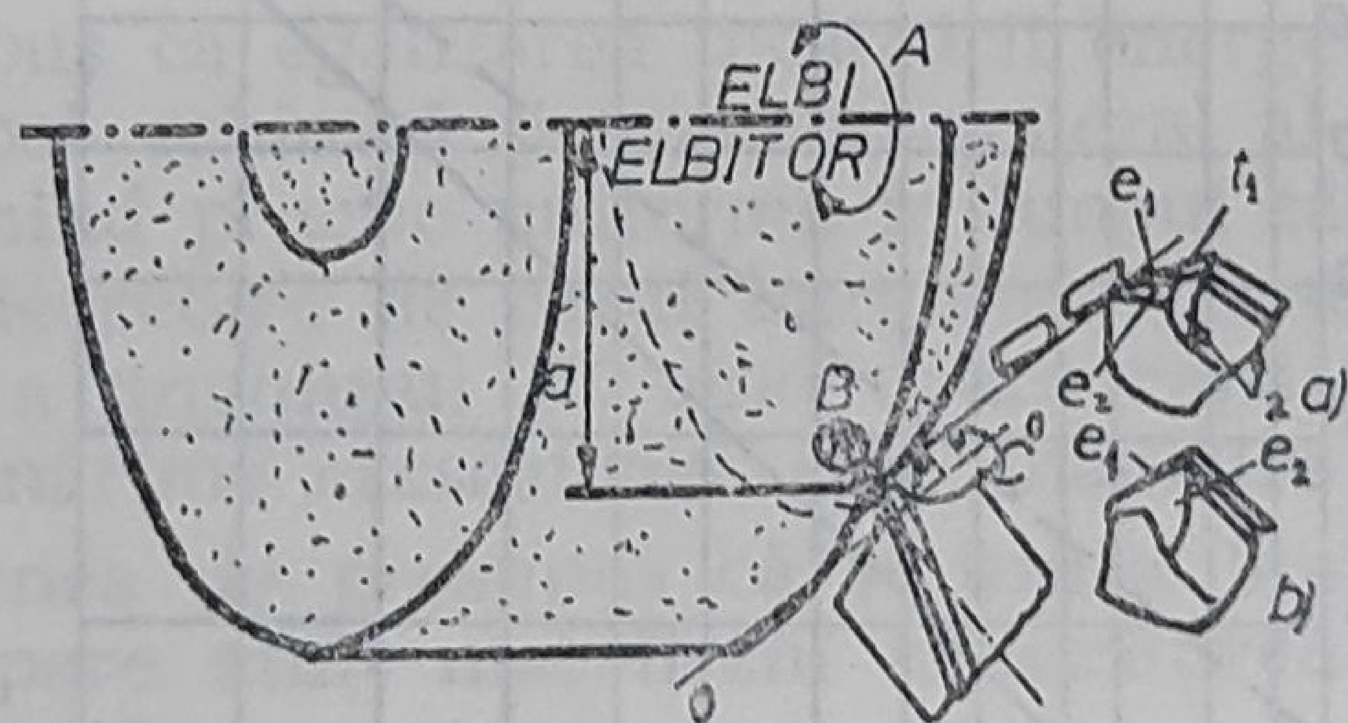


Fig. 13.11.

Ascuţirea burghielor după procedeul „ELBI" se realizează după două suprafeţe cilindro-eliptice e_1, e_2 (fig. 13.11), vîrful păstrîndu-şi forma piramidală şi calitatea de autocentrare, suprafeţele toroidal-eliptice, prezentate la procedeul „ELBITOR" lipsind la procesul „ELBI" [31].

În urma experimentărilor efectuate cu prototipul industrial al maşinii „ELBITOR" (fig. 13.12) s-a ajuns la următoarele rezultate :

— Productivitatea efectivă realizată : 20—140 burghie/oră în cazul procedeului „ELBI" şi 50—120 burghie în cazul procedeului „ELBITOR" ; trebuie făcută menţiunea că aceste productivităţi pot fi realizate în cazul în care precedentele ascuţiri au fost făcute după acelaşi procedeu, în caz contrar burghiele mari trebuie aduse la o formă apropiată de cea obţinută prin procedeele „ELBI", „ELBITOR", fapt care face ca productivitatea să scadă întrucîtva.

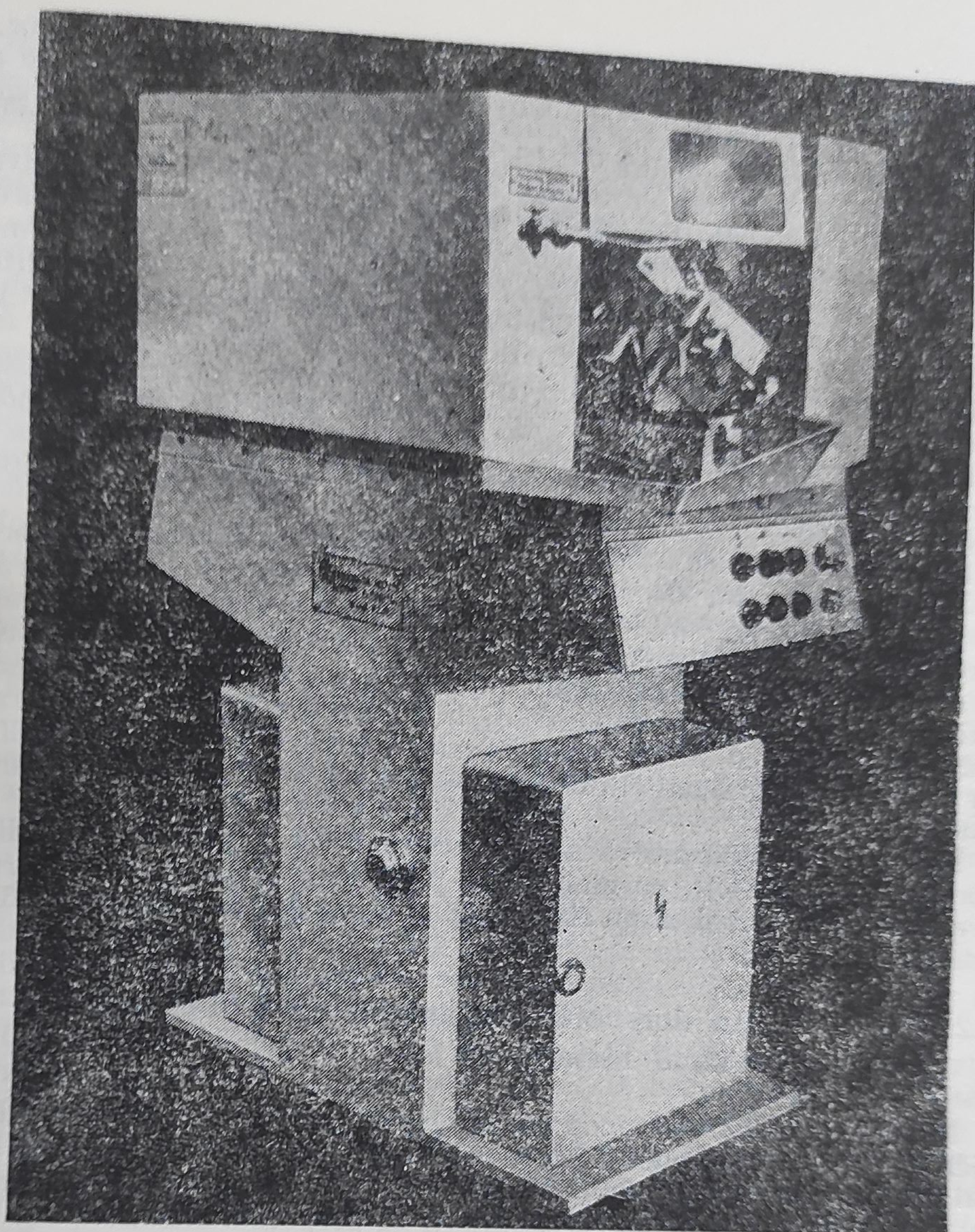


Fig. 13.12.

— Precizia ascuțirii, respectiv simetria parametrilor obținută prin ascuțire, în cazul execuției corecte a burghielor, este extrem de ridicată, bătaia radială a tăișului transversal fiind practic nulă.

Demonstrații efectuate la expoziția CAER, de noutăți în domeniul mașinilor-unelte, din 1975, cu noile burghie și noile mașini de ascuțit ELBITOR au probat din nou, fapt confirmat ulterior și de cîteva întreprinderi din R.S.C. care au importat noile mașini, că durabilitatea burghiului ELBITOR poate să ajungă în unele cazuri să fie chiar de 14 ori mai mare decît cea a burghiului convențional.

Întreprinderea producătoare, I. M . Suceava, a trecut de curînd la perfecționarea, mecanizarea și automatizarea noilor mașini, pentru a le spori competitivitatea.

Performanțele noilor burghie, care prin generalizare pot conduce la economii de 30—50 mil. lei anual, performanțele noilor procedee de ascuțire și ale noilor mașini, au meritat eforturile susținute și îndelungate depuse de colectivul de creatori.

În exemplul analizat, problema de creație globală a fost rezolvată printr-un întreg șir de invenții de procedee tehnologice de generare a suprafețelor complexe ale burghielor elicoidale (5 brevete R.S.R., dintre care 2 brevete și în S.U.A., R.F.G., Italia, Franța etc.) de dispozitive pentru poziționarea-fixarea burghielor la ascuțire (4 brevete R.S.R.) și de mașini de ascuțit burghie elicoidale (5 brevete R.S.R.).

De regulă, „lanțurile" de invenții apar atunci cînd este necesară punerea în valoare a unei invenții pilot de procedeu (ascuțirea cilindro-eliptică) prin concepția, construcția, experimentarea și implementarea industrială a unor utilaje specifice, dispozitive și mașini-unelte corespunzătoare.

Explicația șirului de 5 brevete de procedee de ascuțit constă în aceea că, de multe ori, în construcția de mașini, o nouă idee permite elaborarea prin derivație a unor noi idei. Ascuțirea cilindro-eliptică dublă n-ar fi putut să apară fără elaborarea și analiza inginerească favorabilă a ascuțirii cilindro-eliptice simple, după cum ascuțirea după suprafețe cilindro-eliptice și toroidal-eliptice duble (ELBITOR) are drept premise elaborarea și experimentarea cu succes a procedeelor cilindro-eliptice duble (ELBI) și a procedeului toroidal-eliptic (ELTOR) reprezentînd o combinare a acestora.

Este greu de presupus că un alt inventator ar fi putut ajunge direct la procedeul ELBITOR, pornind de la procedeele convenționale, fără a fi trecut în prealabil și să nu fi „simțit" procedeele EL, ELBI, și ELTOR.

13.2. Exemplu din domeniul mecanismelor de acționare fără motor și al bicicletelor

Mulți ani a dominat concepția în conformitate cu care, în domeniul bicicletelor, care principial-calitativ n-au mai evoluat de la sfîrșitul secolului trecut, n-ar mai fi nimic de făcut, iar căutătorii din acest domeniu erau puși pe aceeași treaptă cu căutătorii de perpetuummobile.

Criza energetică mondială a schimbat însă în ultimii ani optica generală privind progresul tehnic al vehiculelor fără motor. Astăzi există institute de cercetare-proiectare în domeniul bicicletelor, unul din cele mai vechi fiind cel japonez, înființat încă în anul 1955, iar anual se desfășoară expoziții mondiale și concursuri de creație în domeniul construcției vehiculelor fără motor. În U.R.S.S. se desfășoară anual concursul de creație „inventați bicicleta".

În cele ce urmează, se prezintă un exemplu din experiența personală a autorului prezentei lucrări din domeniul creației împreună cu studenții Facultății de mecanică din Iași a unor noi mecanisme de acționare fără motor și a unor noi vehicule fără motor.

Totul a început într-o cursă de 50 km pe care am efectuat-o cu 15 ani în urmă pe o bicicletă convențională de oraș și care a durat aproape 5 ore. Dezvoltînd o asemenea medie orară joasă, am avut și timpul necesar

să raționez la cauzele unui randament biomecanic atît de scăzut. O primă îndoială asupra perfecțiunii bicicletei actuale s-a referit la tipul mecanismului de acționare — manivela cu pedală rotativă ; piciorul uman este educat și antrenat pentru efectuarea unor mișcări de împingere și nu de rotație, forța maximă de împingere variind între 90 și 100 daN în poziția „ghemuită" a piciorului, pînă la 200—250 daN în poziția destinsă a acestuia, în timp ce componentele orizontale nu depășesc de regulă 20—40 daN. S-a conturat în felul acesta o primă temă de creație — realizarea unei biciclete acționate printr-o mișcare alternativă de împingere a picioarelor, folosind un mecanism de transformare a mișcării rectilinii alternative într-o mișcare continuă de rotație a roții de lanț motoare a bicicletei. O primă rezolvare a acestei teme s-a soldat cu realizarea unei triciclete, cu o poziție comodă a omului într-un fotoliu, mișcarea de împingere a picioarelor realizîndu-se „înainte" cu o capacitate crescută a efortului, folosind reacțiunea spătarului fotoliului, utilizînd drept mecanism de acționare un mecanism levier-oscilant cu pedală, de capătul căreia era fixat un cablu înfășurat după un tambur cu clichet de pe roata motoare a tricicletei, revenirea în poziția inițială a levierului, cablului și tamburului realizîndu-se prin intermediul unui arc (brevet R.S.R. 59 041, figura 13.13).

Acționarea separată pe cele două roți motoare din față permitea demaraje rapide prin împingerea simultană cu ambele picioare și realizarea ulterioară prin împingeri alternative de viteze de pînă la 45 km/oră, cu toate că primul prototip purta amprenta unei improvizații, cîntărind peste 45 daN.

Sistemul prezenta însă și un important dezavantaj ; ca urmare a acționării discontinue a celor două roți rulante motoare cei doi tamburi cu clichet producea un zgomot supărător, dezavantaj semnalat și de alți constructori de biciclete cu acționare alternativă.

Ulterior, formulînd ca temă de creație concepția unui mecanism cu mișcare alternativă a picioarelor, cu forță de propulsie constantă și acționare continuă asupra roții motoare a vehiculului, am elaborat un mecanism levier-oscilant-bieletă-lanț de ghidare cu circuit închis și un mecanism levier-oscilant-bieletă-manivelă (reprezentată în diagrama ideilor din fig. 15.14) dar a căror experimentare nu a dezvăluit avantaje evidente în raport cu acționarea convențională și ca atare nu au fost brevetate și dezvoltate.

În anul 1971, folosind tehnicile extrapolării, inversiei și combinării, am reușit să elaborez mecanismul levier-oscilant-culisă-dublu invers [41] (extrapolare de la mecanismul șepingului, dar și o inversare, întrucît în loc de mișcare motoare de rotație și mișcare condusă rectilinie alternativă, la noul mecanism mișcarea conducătoare este aproximativ rectilinie-alternativă, în timp ce mișcarea condusă a roții de lanț motoare este de rotație continuă ; în același timp este vorba și de o combinație în paralel a două mecanisme, unul pentru piciorul stîng și altul pentru piciorul drept, sincronizate prin decalarea cu 180° a celor două manivele).

În consecință, punctul de plecare pentru ultima invenție (LCCDIPRO) — mecanismul levier-oscilant, culisă, dublu, invers, profilat — a fost o diagramă a ideilor pentru biciclete și mecanisme de acționare ale acestora în conformitate cu figura 13.14.

DIAGRAMA IDEILOR
pentru
BICICLETE ȘI MECANISME DE
ACȚIONARE ALE ACESTORA

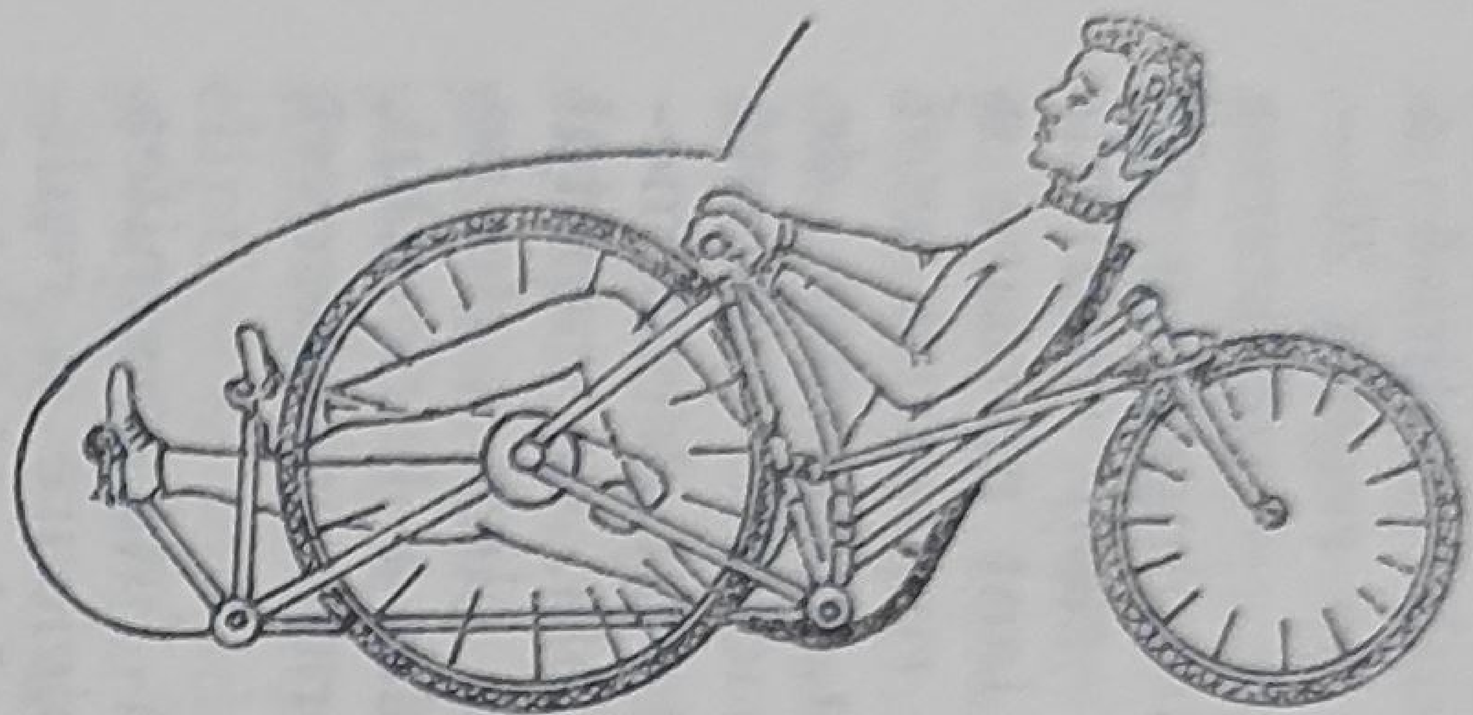


Fig. 13.13

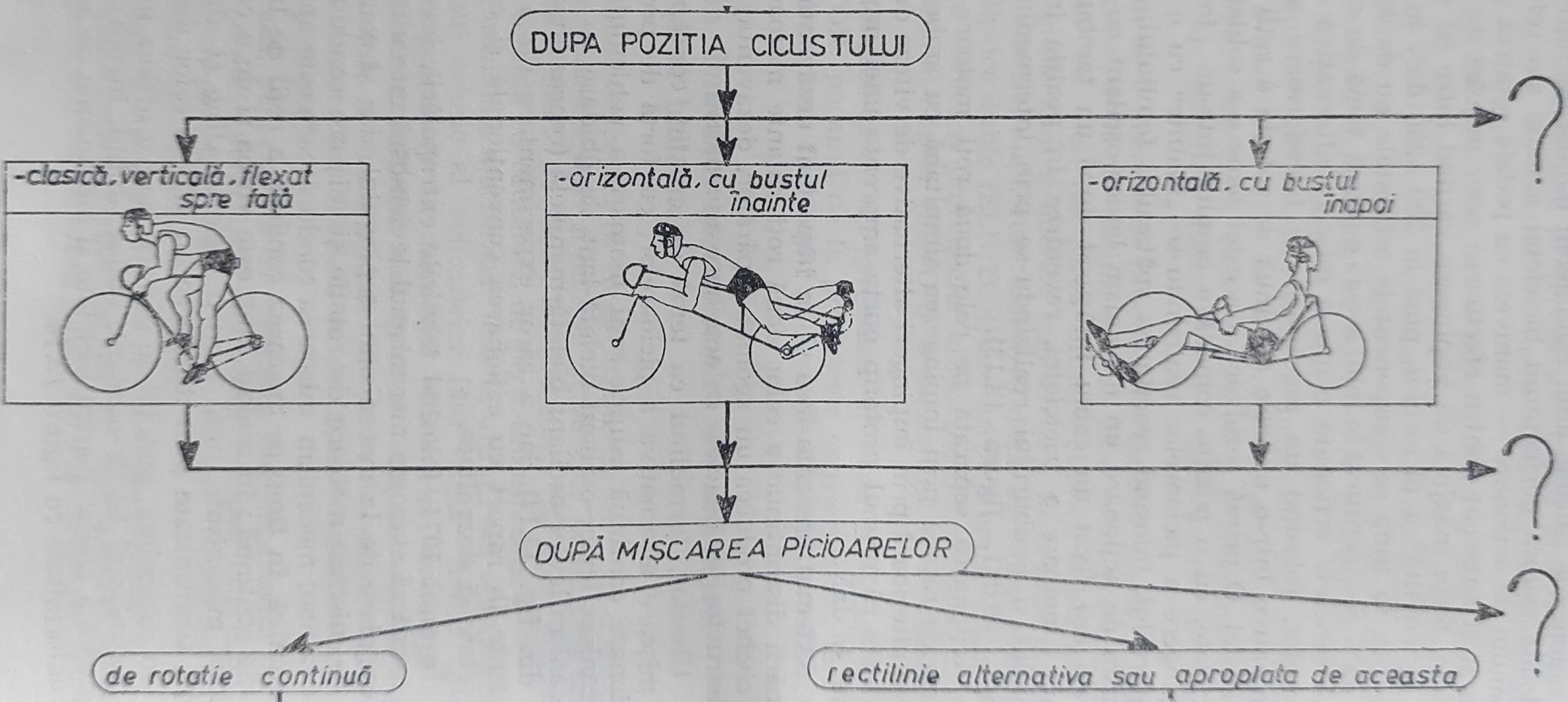
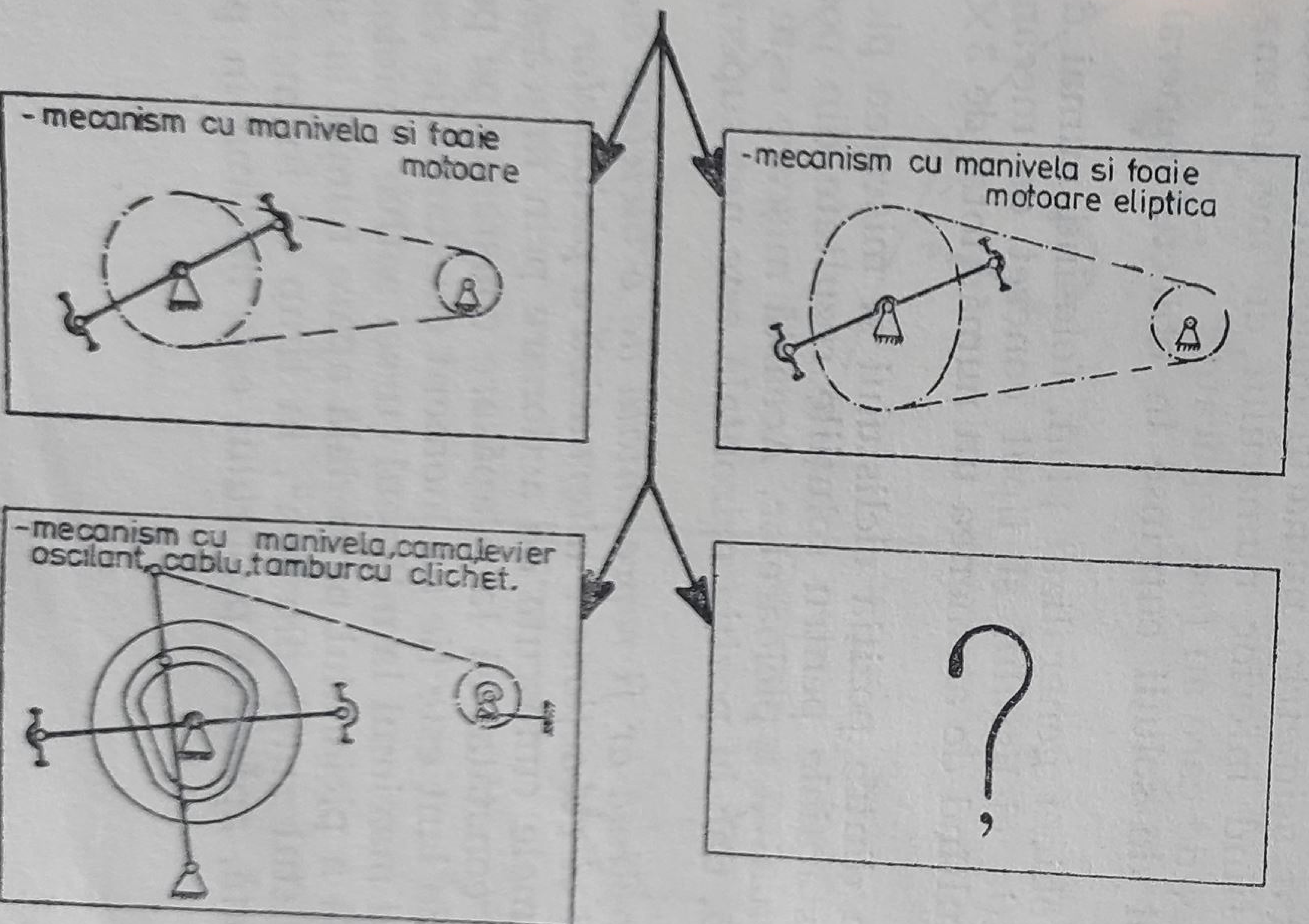


Fig. 13.14



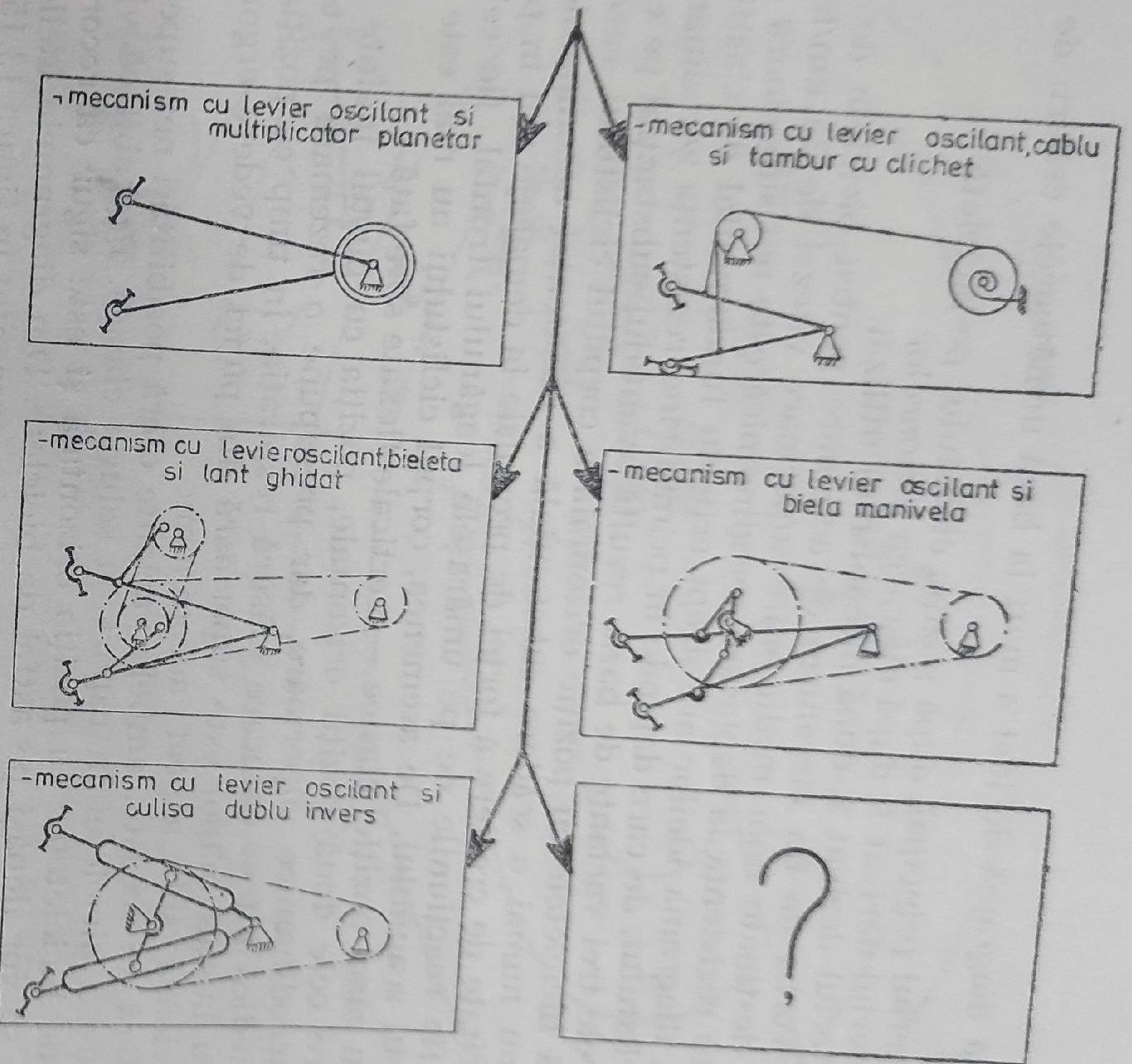


Fig. 13.14 (continuare)

Această diagramă de idei a avut la bază următoarele criterii de clasificare :

— criteriul principal, după poziția ciclistului pe bicicletă
— criteriul derivat 1, după mișcarea picioarelor
— criteriul derivat 2, după mecanismul utilizat.

Fiind vorba de un mecanism de acționare pentru biciclete de performanță, destinate unor medii orare superioare vitezei de 35 km/h, viteză la care rezistența la deplasare aerodinamică este net superioară celei de rulare, diagrama ideilor are drept criteriu fundamental de clasificare poziția ciclistului, de care depinde în primul rînd rezistența aerodinamică.

Din cele trei variante de bază, rezultă avantajul substanțial pe care-l reprezintă bicicletele cu poziție orizontală a corpului ciclistului, care determină nu numai o scădere substanțială a rezistenței aerodinamice ci și o capacitate de creștere a forței de propulsie la demaraje sau în pantă, folosind fie reacțiunile de pe umărașele leagănului frontal, fie cele de pe spătarul scaunului. De asemenea, corpul ciclistului nu mai este ghemuit ca în cazul poziției clasice — verticale flexate spre față.

Dintre cele două poziții orizontale, poziția cu bustul înainte oferă calități aerodinamice superioare, dar presupune o rezemare pe torace, care împiedică într-o oarecare măsură respirația, în timp ce poziția orizontală cu bustul înapoi este superioară din punct de vedere ergonomic dar inferioară sub aspect aerodinamic.

În afară de aceasta, ambele variante oferă posibilități net superioare de carosare a bicicletei în raport cu soluția clasică. Probabil că viitorul va aparține bicicletelor cu poziția orizontală și este sigur că recordurile de viteză se vor depăși pe astfel de biciclete. Din diagramele ideilor din figura 13.14 rezultă un obiect generalizat reprezentat în figura 13.15.

Pentru scoaterea din discuție de la început a incompatibilităților, obiectul generalizat a rezultat asimetric, numărul cunoscut al mecanismelor cu rotație continuă fiind inferior numărului de mecanisme cu mișcare alternativă cunoscute, de care au fost separate.

Ca atare, numărul total de soluții cuprinse în obiectul generalizat era de $3\times3+3\times5=24$.

Se putea obține și un obiect generalizat plan, folosind numai două ansamble formatoare : poziția ciclistului și tipul concret de mecanism folosit pentru propulsie, rezultînd de asemenea un număr total de $3\times8=$ $=24$ soluții.

Analizînd biasamblarea dintre poziția ciclistului și mișcarea picioarelor, rezultă avantaje substanțiale pentru soluțiile rezultate din poziția orizontală și mișcarea alternativă a picioarelor. Această mișcare este mai comodă și în poziția clasică, dar în poziția orizontală este net superioară mișcării de rotație.

În consecință, *soluția optimă ar fi reprezentată de o bicicletă cu poziția orizontală a ciclistului și cu acționare alternativă a picioarelor*.

Analizîndu-se mecanismele cunoscute de acționare prin mișcarea alternativă a picioarelor, s-a constatat că la o apăsare constantă pe pedală momentul motor pe roata de lanț este fie un moment constant, fie variază după o lege simetrică, avînd maximul la mijlocul cursei active a piciorului.

Dar apăsarea constantă a piciorului pe pedală apare numai la sprint, sau urcuș rapid, cînd ciclistul „urcă din șea", în timp ce în mersul de regim la șosea sau pe pistă, apăsarea piciorului este minimă în poziția

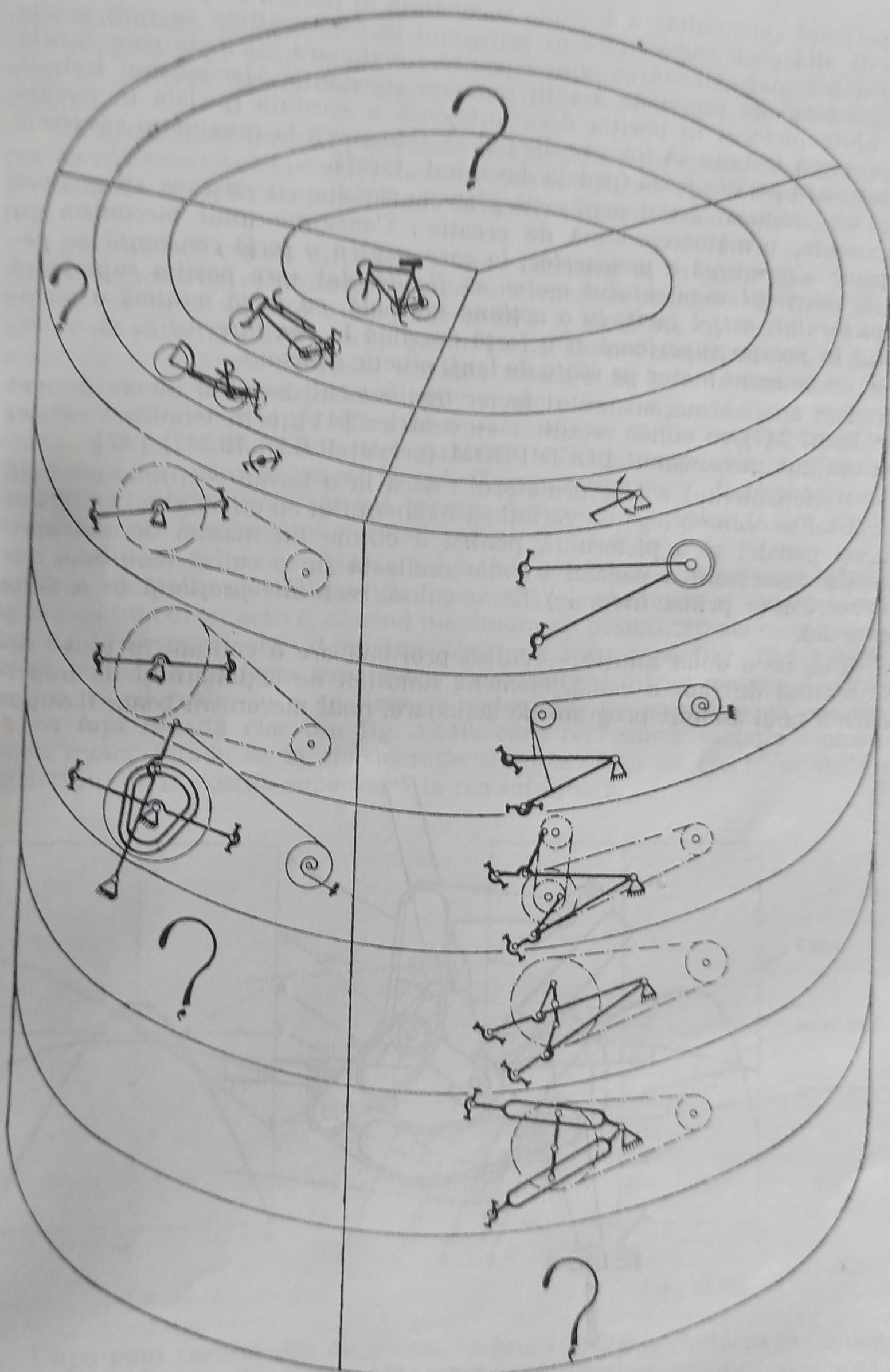


Fig. 13.15.

superioară „ghemuită" a acestuia și maximă în poziția de jos — destinsă. Pe de altă parte, este cunoscut principiul în conformitate cu care media orară cea mai ridicată se obține printr-o acționare eficientă care constă într-o forță de propulsie a roții motoare constantă. Mecanismul trebuie să ajute piciorul în poziția dezavantajoasă a acestuia (pedala în poziția superioară trebuie să fie „moale") și să folosească la maximum resursele acestuia în poziția joasă (pedala devenind „tare").

S-a conturat astfel prin critica mecanismelor cu mișcare alternativă cunoscute, următoarea temă de creație : *Concepția unui mecanism cu acțiune alternativă a picioarelor, la care pentru o forță constantă pe pedală, maximul momentului motor să fie decalat spre poziția superioară a piciorului, astfel încît, la o acțiune normală, cu forță minimă a piciorului în poziție superioară și o forță maximă în cea inferioară, să se obțină un moment motor pe roata de lanț, practic constant.*

Din analiza mecanismului levier oscilant-culisă-dublu invers (brevet R.S.R. 67 747) cu culise rectilinii — centrice [41], prin tehnica inversiei s-a obținut mecanismul LOCDIPROM (brevet R.S.R. 78 217) [42].

Raționamentul a fost următorul : dacă la o formă rectilinie centrică a culisei se obine o lege de variație a momentului cu un maxim la mijlocul cursei pedalei și a piciorului, pentru a obține un maxim decalat spre poziția superioară a pedalei trebuie realizată fie o culisă *rectilinie, dar excentrică* (o primă inversie) fie o culisă *rectilinie-profilată* (o a doua inversie).

Cea de a doua soluție — culisa profilată are o calitate în plus : reprezentînd de fapt o camă, element simultan de acționare și de imprimare a unui anumit program de acționare, noul mecanism poate fi supus

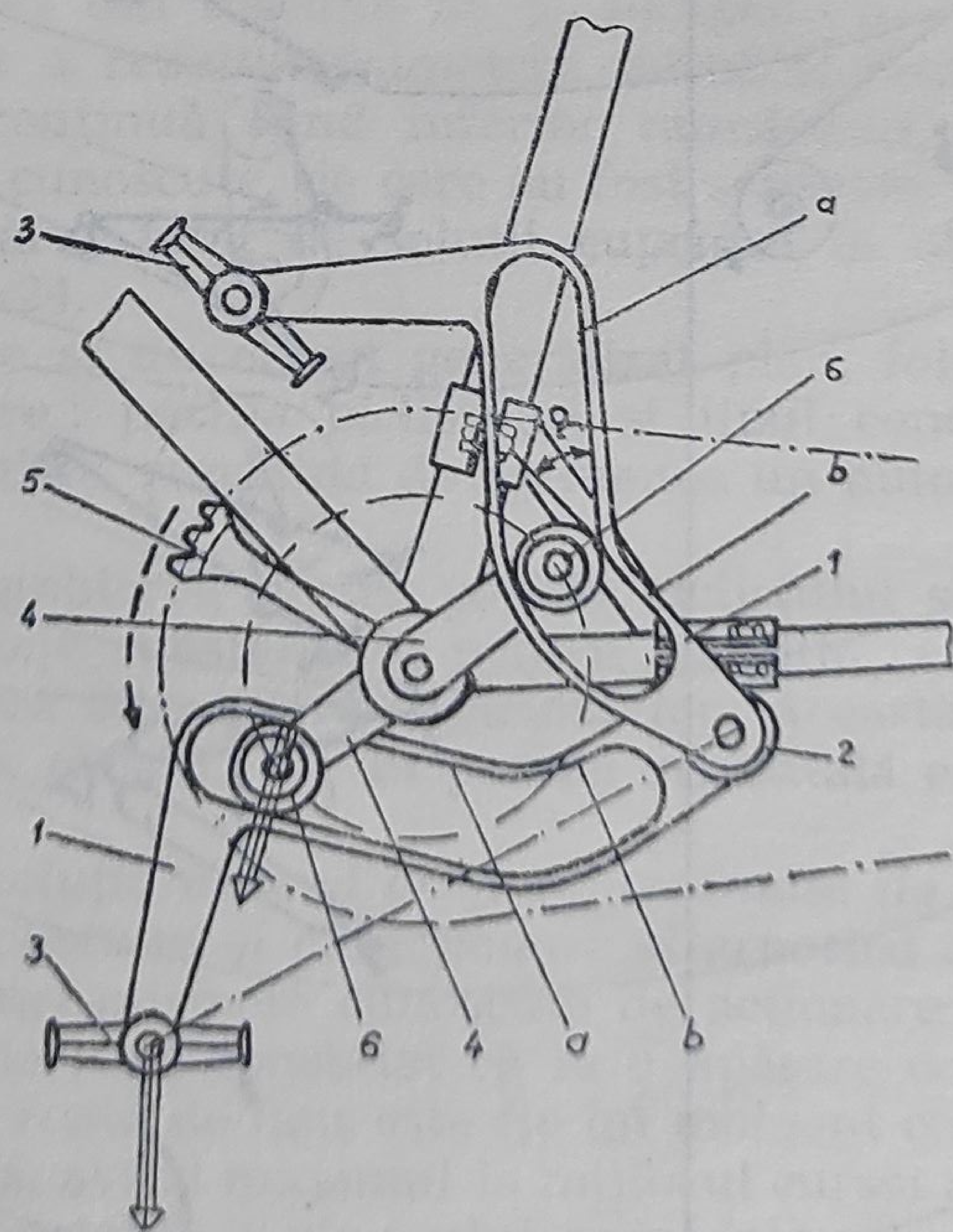


Fig. 13.16.

unei optimizări ştiinţifice, experimentale, atît în cursele de şosea, folosind drept funcţie scop media orară, cît şi pe stand, folosind două funcţii scop — puterea medie dezvoltată şi consumul de oxigen pe Watt dezvoltat.

În urma unor încercări şi experimentări, care au presupus parcurgerea de către autorul invenţiei a peste 30 mii km, s-a obţinut mecanismul brevetat în 1979 (brevet R.S.R. 78 317) complementar la invenţia 67 747 (fig. 13.16).

Mecanismul constă din nişte leviere oscilante 1, în jurul unor lagăre fixe 2, acţionarea efectuîndu-se prin intermediul pedalelor 3. Cele două leviere oscilante au cîte o porţiune activă *a*, înclinată cu un unghi α în raport cu porţiunea de mers în gol *b*. Levierele acţionează asupra a două manivele 4, solidare cu roata de lanţ motoare 5, prin intermediul rulmenţilor 6. Levierul cu piciorul activ readuce în poziţia de lucru levierul inactiv, astfel încît spre sfîrşitul cursei acesta să fie angajat deja în cursa activă, evitîndu-se astfel punctele moarte, unghiul cursei active fiind superior celui al cursei în gol. Cursa în gol poate fi transformată, în special la vîrfurile de sarcină (pante, demaraje), în cursă activă, suplimentară, prin intermediul ratrapei nefigurată în desen.

Prin această construcţie se asigură o echilibrare între posibilităţile minime ale piciorului în poziţia superioară — ghemuită şi cele maxime spre capătul cursei active, oferind maximum de posibilităţi ale mecanismului în poziţia superioară şi minime spre cea inferioară (fig. 13.17) astfel încît, acţionînd cu forţa capabilă a piciorului pe întreg parcursul cursei active, să se realizeze o egalizare a sistemului pe propulsie om-maşină. Acest fapt rezultă clar din fig. 13.18, care reprezintă variaţia momentului motor luîndu-se în consideraţie şi capacitatea de efort variabilă a piciorului de la poziţia superioară la cea inferioară.

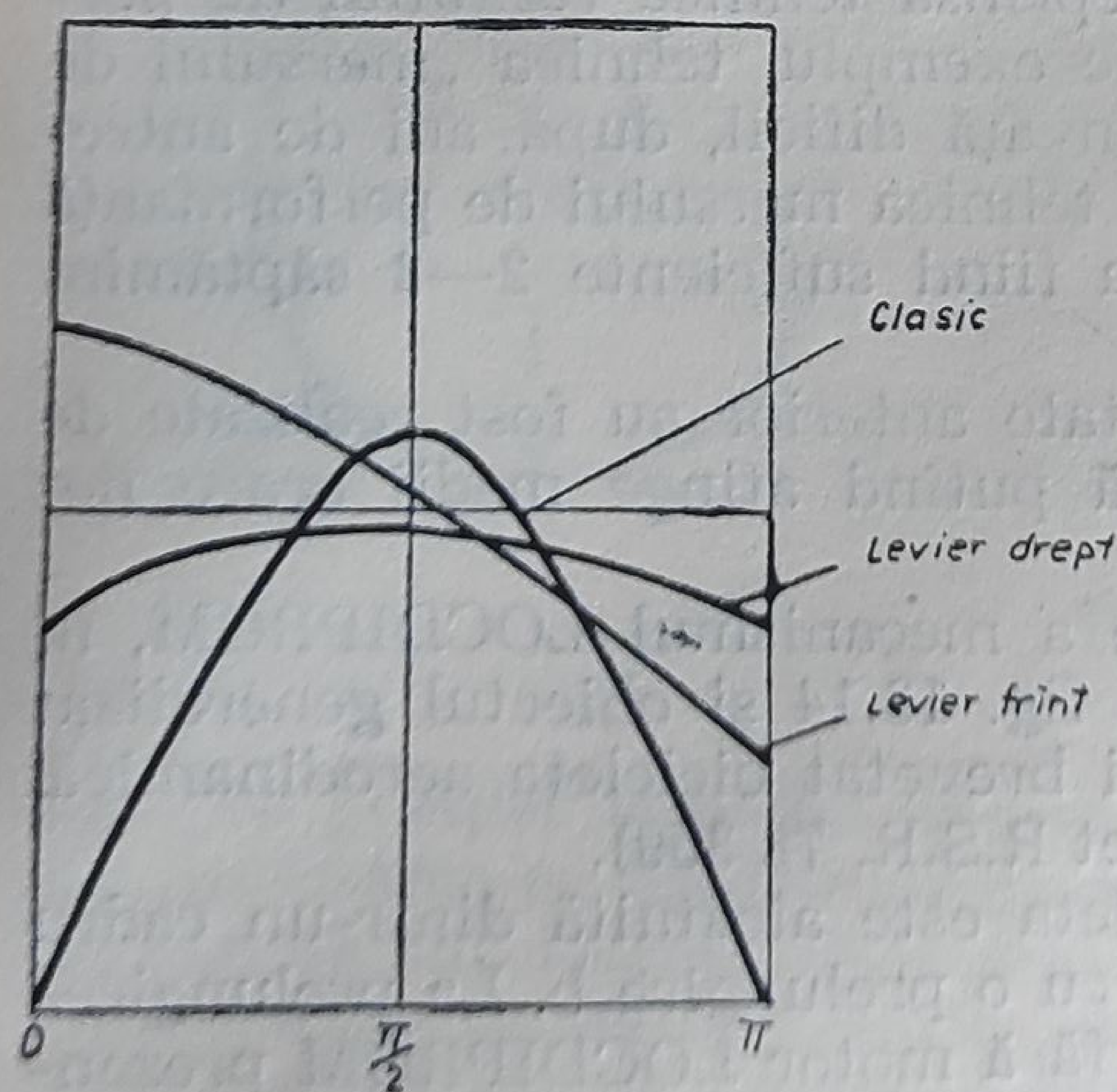


Fig. 13.17.

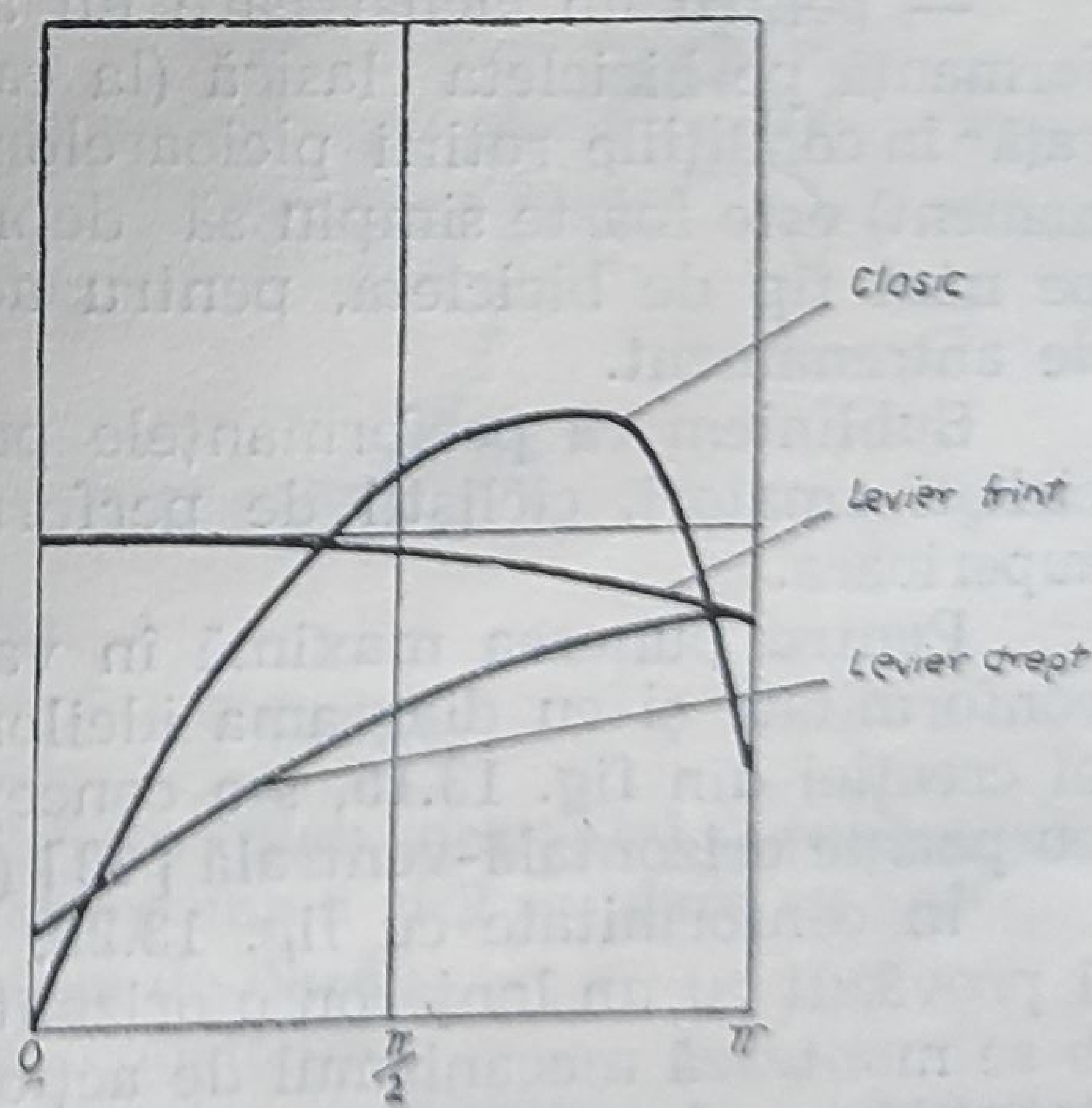


Fig. 13.18.

După cum rezultă din diagrame, la levierul frînt, conform invenţiei, forţa de propulsie a sistemului om-maşină rămîne practic constantă. Noua soluţie prezintă următoarele avantaje :

— capacitate ridicată de preluare a vîrfurilor de sarcină (pante, demaraje), prin folosirea cu ajutorul ratrapei și a cursei inactive;
— simplitate constructivă și fiabilitate ridicată.

Reprezentînd grafic variația momentului motor M și a forței de propulsie corespunzătoare, la o forță constantă pe pedală (fig. 15.19), se constată că în raport cu mecanismul clasic, care asigură o variație sinusoidală, cu maximul în poziția orizontală $\frac{\pi}{2}$ a manivelei, la mecanismul LOCDIPROM, maximul este decalat spre partea superioară a cursei piciorului, obținîndu-se și un spor de lucru mecanic de minimum 30%, reprezentat de suprafața hașurată, ceea ce ar reprezenta un spor de viteză de $\sqrt[3]{1,30}$ adică de cca. 10%.

Încercările experimentale comparative efectuate personal pe parcursul a altor 20 mii km de șosea au confirmat aceasta, media orară maximă obținută cu o bicicletă de curse clasică fiind de 34 km/h, în timp ce cu o bicicletă de curse LOCDIPROM, s-a obținut 38 km/h (un spor de viteză de peste 10%).

Rezultate și mai convingătoare au fost obținute de studentul din ultimul an de studii Șerban Lazăr, așa cum rezultă din graficele mediilor orare comparative obținute cu o bicicletă de semicurse de tip Sputnik și o bicicletă de semicurse LOCDIPROM pe distanța Iași—Podu Iloaiei și retur (34 km).

Din aceste grafice rezultă un spor și mai substanțial la media orară, de la 27—28 km/h cu bicicleta de semicurse clasică, la 36—37 km/h la bicicleta de semicurse LOCDIPROM, adică un spor de vieză medie orară de peste 30%.

Explicația constă în următoarele:
— sporul de viteză este datorat nu numai sporului de lucru mecanic într-o cursă activă, ci și simplificării și solicitării unor mușchi foarte antrenați, în mod firesc la om, deci cu o capacitate de efort sporită;
— pentru un ciclist care nu are deprinsă tehnica rulatului de performanță pe bicicleta clasică (la care, de exemplu, tehnica „mersului de rață“ în condițiile rotirii picioarelor se învață dificil, după ani de antrenament) este foarte simplu să deprindă tehnica mersului de performanță pe noul tip de bicicletă, pentru aceasta fiind suficiente 2—3 săptămîni de antrenament.

Subliniem că performanțele prezentate anterior au fost realizate de cicliști amatori, cicliștii de performanță putînd atinge medii orare net superioare.

Pentru punerea maximă în valoare a mecanismul LOCDIPROM, în conformitate și cu diagrama ideilor din fig. 13.14 și obiectul generalizat al creației din fig. 13.15, s-a conceput și brevetat bicicleta aerodinamică, cu poziție orizontală-ventrală [43] (brevet R.S.R. 78 359).

În conformitate cu fig. 13.20, bicicleta este alcătuită dintr-un cadru 1 prevăzut cu un lonjeron *a* orizontal și cu o prelungire *b*. La prelungirea *b* se montează mecanismul de acționare fără motor LOCDIPROM prezentat anterior. La partea din față a cadrului, printr-o furcă 3 este amplasată roata de direcție 4. De furca 3 se fixează ghidonul 5 prevăzut cu mînerele *c*. De lonjeronul *b* se fixează un suport-piept 6 elastic, prevăzut la partea din față cu niște umere modelate 7. Poziția umerilor 7 poate fi reglată într-un plan vertical față de suportul-piept 6, iar într-un plan orizontal, poziția umerilor 7 poate fi reglată prin reglarea poziției suportului-piept 6.

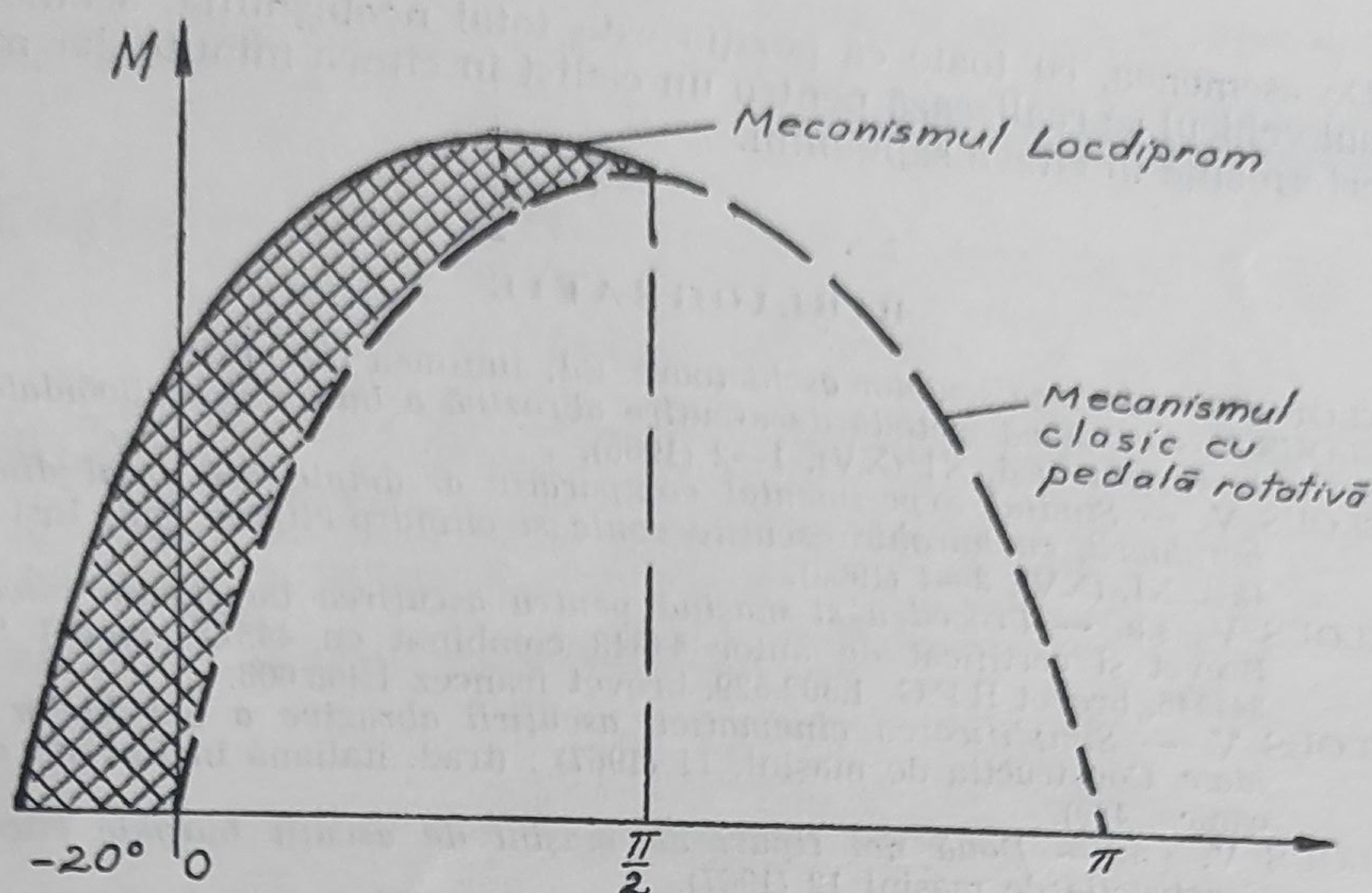


Fig. 13.19.

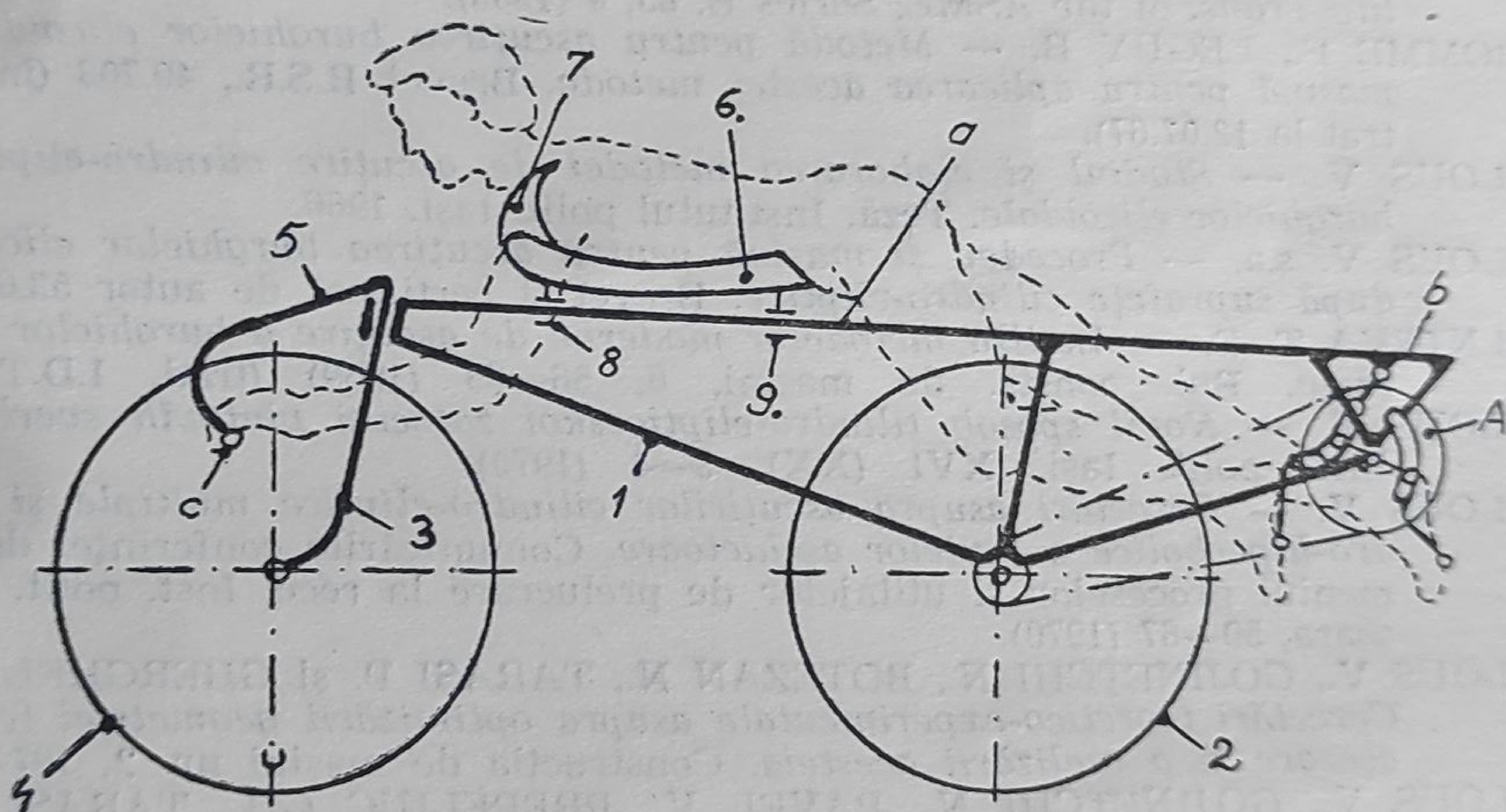


Fig. 13.20.

Reglarea poziției suportului piept 6 într-un plan orizontal se realizează prin deplasarea pe lonjeronul a a unor manșoane 8 și 9 solidare cu acesta. Noul tip de bicicletă prezintă două avantaje de bază ;

— o forță de propulsie aproape constantă ;
— capacitate de supraîncărcare a pedalelor la șprinturi și în pante ;
— o rezistență aerodinamică minimă ;
— comoditate în carosare.

Încercările realizate pe un prim prototip au confirmat avantajele estimate, obținîndu-se ușor viteze de deplasare superioare vitezei de 60 km/h.

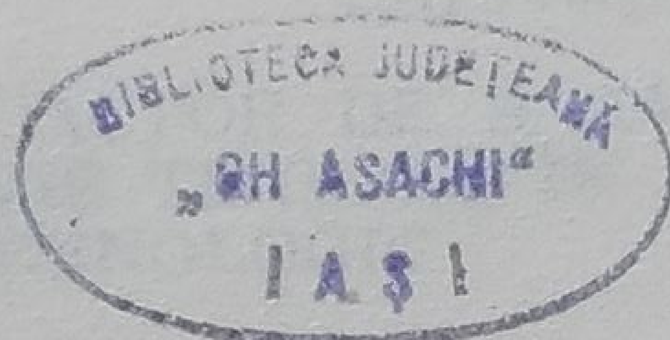
De asemenea, cu toate că poziția este total neobișnuită, acomodarea cu noul vehicul se realizează pentru un ciclist în cîteva minute, iar mersul de performanță în cîteva săptămîni.

BIBLIOGRAFIE

1. BELOUS V. — *Sinteza sculelor așchietoare*. Ed. Junimea Iași, 1980.
2. BELOUS V. — *O nouă metodă de ascuțire abrazivă a burghielor elicoidale*. Bul. Inst. polit. Iași, XI (XV), 1—2 (1965).
3. BELOUS V. — *Studiul experimental comparativ al detalonării și al dinamicii burghierii, cu burghie ascuțite conic și cilindro-eliptic*. Bul. Inst. polit. Iași, XI, (XV), 3—4 (1965).
4. BELOUS V., ș.a. — *Procedeu și mașină pentru ascuțirea burghielor elicoidale*. Brevet și certificat de autor 44348 combinat cu 44577, brevet S.U.A., 344545, brevet R.F.G. 1.502.529, brevet francez 1.458.608.
5. BELOUS V. — *Simplificarea cinematicii ascuțirii abrazive a burghielor elicoidale*. Construcția de mașini, 11 (1967) ; (trad. italiană în Revista di Mecanica, 429).
6. BELOUS V. ș.a. — *Două noi tipuri de mașini de ascuțit burghie elicoidale*. Construcția de mașini 12 (1967).
7. d'ANCONA P. I. — *Punte a forare*. Giornalle dell'Officina, 2—4 (1970).
8. * * * — *Internal Cone Wheel Simplifies Drill*. Matalworking Production, 8 (1965).
9. HENKIN A., DATSKO J. — *The Influence of Physical Properties on Machinability Trans.* of the ASME, Series B, 85, 4 (1963).
10. L'HOMME F., LEGUY B. — *Metodă pentru ascuțirea burghielor elicoidale si mașină pentru aplicarea acestei metode*. Brevet R.S.R., 49.703 (înregistrat la 12.07.67).
11. BELOUS V. — *Studiul și elaborarea metodei de ascuțire cilindro-eliptice a burghielor elicoidale*. Teză. Institutul polit. Iași, 1966.
12. BELOUS V. ș.a. — *Procedeu și mașină pentru ascuțirea burghielor elicoidale după suprafețe cilindro-eliptice*. Brevet și certificat de autor 53.622.
13. SOLNȚEVA T. E. — *Analiza metodelor moderne de ascuțire a burghielor elicoidale*. Bul. constr. de mașini, 6, 56—65 (1959) (trad. I.D.T.)
14. BELOUS V. — *Novîi sposob țilindro-elipticeskoi zatociki vintovîh sverl*. Bul. Inst. polit. Iași, XVI (XX), 3—4 (1970).
15. BELOUS V. — *Cercetări asupra ascuțirilor cilindro-eliptice multiple și cilindro-hiperbolice a sculelor așchietoare*. Comunicările conferinței din domeniul proceselor și utilajelor de prelucrare la rece, Inst. polit. Timișoara, 59—67 (1970).
16. BELOUS V., GOJINEȚCHI N., BOTEZAN N., TARAȘI P. și GHERGHEL N. — *Cercetări teoretico-experimentale asupra optimizării geometriei feței de așezare și a realizării acesteia*. Construcția de mașini nr. 2, 1974.
17. BELOUS V., GOJINEȚCHI N., PAVEL V., PREPELIUC GH., TARAȘI P. și BOTEZAN H. — *Mașina ELBITOR*, Construcția de mașini nr. 1, 1974.
18. CAȘLER GH., BELOUS V., COZMÎNCĂ M., PLAHTEANU B. și AILENEI D. — *Cercetări experimentale asupra durabilității burghielor elicoidale*. Bul. I. P. Iași, 1976, fasc. 1—2.
19. BELOUS V. și GOJINEȚCHI N. — *Zweiseitiges zylindrische-elliptisches Schleifer von spanabhebenden werkzeugen*. Bul. I. P. Iași, fasc. 3—4, 1973.
20. CAȘLER GH., GOJINEȚCHI N. și BELOUS V. — *Influența erorilor de poziționare a burghielor elicoidale asupra unor parametri geometrici ai feței de așezare obținute prin ascuțire cilindro-eliptică dublă*. Bul. I. P. Iași, fasc. 3—4, 1974.
21. BELOUS V. — *Cercetări asupra optimizării generării suprafețelor sub aspectul simplificării cinematice*. Lucr. I. M. Nicolina și I. P. Iași, Rotaprint, 1974, pp. 69—78.
22. BELOUS V., GOJINEȚCHI N., BOTEZAN M., TARAȘI P. și BOJTOR O. — *Asupra unor probleme privind reglarea, controlul și recepția mașinilor*

de ascuțit burghie elicoidale ELBITOR. Lucr. I. M. Nicolina și I. P. Iași, Rotaprint, 1974, pp. 159—167.

23. CAȘLER GH., GOJINEȚCHI N. și BELOUS V. — *Eine Theoretische und experimentale Untersuchung der Geometrie der Freiwinkel Flaschen der Spiralbohrer mit Doppelten Ellipsenzy*-lindermantelschlieff. Bul. I. P Iași, tom XXII, fasc. 3—4, 1976.
24. GOJINEȚCHI N. — *Contribuții la concepția, proiectarea, construcția și exploatarea dispozitivelor cu elemente de așezare și strîngere prismatice, pentru prinderea burghielor elicoidale pe mașinile de ascuțit construite după procedeele cilindro-eliptice duble.* Teză de doctorat. I. P. Iași, 1974.
25. OANCEA N. — *Teză de doctorat.* Universitatea Galați 1976, Rotaprint.
26. BELOUS V. — *Vehicul fără motor și procedeu de acționare (tricicletă).* Brevet R.S.R. 59041.
27. BELOUS V. — *Mecanism de acționare fără motor.* Brevet R.S.R. 67747.
28. BELOUS V. și BUDEI R. — *Mecanism de acționare fără motor.* Brevet R.S.R. 78317.
29. BELOUS V. și colab. — *Bicicletă.* Brevet R.S.R. 78359.



CUPRINS

Cuvînt înainte . . . . Pag. 5

CAPITOLUL I

SINTEZA CREATIVĂ — FACTOR DE BAZĂ ÎN SPORIREA FONDULUI NAȚIONAL DE CREAȚIE TEHNICĂ, ÎN ACCELERAREA PROGRESULUI ȘTIINȚIFIC ȘI TEHNOLOGIC 7
BIBLIOGRAFIE 15

CAPITOLUL II

BAZELE PSIHO-GNOSEOLOGICE ALE INVENTICII 16

2.1. Scoarța cerebrală — sediul gîndirii umane. 16
2.2. Etapele creației în invenția spontană și în cea stimulată. 20
2.2.1. Gîndirea convergentă și gîndirea divergentă 20
2.2.2. Creativitatea — latură a inteligenței 21
2.2.3. Matricea morfologică a intelectului uman. 23
2.2.4. Etapa de verificare inginerească 26
2.2.5. Structurile euristice fundamentale. Eurema de acumulare și comprehensiune a informației. Eurema asociativ-combinatorie. Eurema energetică stimulatorie. Eurema critică. Eurema ideativ-perceptivă. Eurema de obiectualizare a imaginii. 27
2.2.6. Conștientul și inconștientul în creația tehnică. 33
2.3. Componentele gîndirii tehnice. 34
2.3.1. Factorii care determină specificul gîndirii tehnice. 35
2.3.2. Gîndirea tehnică — gîndire teoretico-practică. 35
2.3.3. Gîndirea tehnică — gîndire conceptual-figurală. 36
2.3.4. Trei componente structurale ale gîndirii tehnice . . . 36
2.4. Unitatea dintre gîndirea logică, afectivă și practică a inventatorului 37
BIBLIOGRAFIE 38

CAPITOLUL III

ETAPELE CREAȚIEI TEHNICE 40

3.1. Invenția spontană, invenția stimulată (semispontană) și invenția logic-determinată. 40
3.2. Etapele creației în invenția spontană și în cea stimulată. . . . 41
3.2.1. Etapa de pregătire 41
3.2.2. Etapa de incubație 42
3.2.3. Etapa de iluminare 44
3.2.4. Etapa de verificare inginerească 47
3.3. Obstacolele de bază în creația tehnică. 47
3.3.1. Obstacolele de ordin psihologic 48
3.3.2. Obstacolele de ordin gnoseologic 51
3.3.3. Obstacolele de ordin educațional. 53
3.3.4. Obstacolele de ordin tehnic și organizatoric 54
BIBLIOGRAFIE 55

CAPITOLUL IV

TEHNICILE ȘI METODELE INTUITIVE DE CREAȚIE 56

4.1. Tehnicile psihologice de creație 56
4.1.1. Asocierea și consonanța 56
4.1.2. Analogia și extrapolarea 58
4.1.3. Inversia. 62
4.1.4. Empatia 64
4.1.5. Combinarea 64
4.1.6. Modificarea-ameliorarea-dezvoltarea 65
4.1.7. Tehnica input-output 65
4.1.8. Tehnica listelor interogative de verificare Osborn . . . 66
4.2. Metode psihologice de creație 67
4.2.1. Brainstormingul 67
4.2.2. Sinectica. 73
BIBLIOGRAFIE 82

CAPITOLUL V

FLUXUL PROIECTĂRII CREATIVE 83

5.1. Etapele inventicii — etape fundamentale ale proiectării creative. . 83
5.2. Fluxurile proiectării creative și a celei reproductive 85
BIBLIOGRAFIE 94

CAPITOLUL VI

INFORMAREA ȘI SINTEZA INFORMAȚIILOR ASUPRA SOLUȚIILOR CONSTRUCTIV-FUNCȚIONALE EXISTENTE — ETAPA DE BAZĂ ÎN CREAȚIA TEHNICĂ. 96

6.1. Analiza revistelor de referate, recenzii și semnalare 97
6.2. Analiza brevetelor de invenții 99
6.3. Analiza standardelor, normelor departamentale, normelor interne, a prospectelor și reclamelor 104
6.4. Analiza articolelor de specialitate. 105
6.5. Analiza monografiilor 105
6.6. Analiza capitolelor de specialitate din tratate, manuale și îndrumare de proiectare. 105
6.7. Sinteza informațiilor. 106
6.7.1. Stabilirea criteriilor de clasificare și clasificarea soluțiilor existente. 106
6.7.2. Elaborarea diagramei ideilor 106
6.7.3. Exemplu de diagramă a ideilor 107
6.7.4. Elaborarea matricelor morfologice ale ideilor. 110
6.7.5. Exemplu de matrice morfologică a ideilor. 110
6.7.6. Elaborarea obiectului generalizat al creației tehnice . . . 111
6.7.7. Exemplu de obiect generalizat al creației tehnice. . . . 113
6.8. Compararea soluțiilor cunoscute prin tehnica „deciziei impuse". . 114
6.8.1. Listarea criteriilor de apreciere (atributelor) 114
6.8.2. Ponderarea și reordonarea criteriilor. 115
6.8.3. Compararea soluțiilor reprezentative 116
BIBLIOGRAFIE 117

CAPITOLUL VII

BAZELE LOGICE-COMBINATORICE ALE INVENTICII 119

7.1. De la arta creației tehnice, spre o știință a creației — inventica. . 119
7.2. Bazele combinatorice ale inventicii 121
7.2.1. Cercetarea morfologică prin matrici 122
7.2.2. Cercetarea morfologică secvențial-selectivă. 133
7.2.3. Cercetarea morfologică ponderată selectivă prin divizarea pe submorfologii 135

7.2.4. Cercetarea morfologică prin enumerare ordonată (lexicografică) . 140
7.2.5. Cercetarea morfologică prin avansare aleatorie 142
7.2.6. Cercetarea morfologică prin asemănare 142
7.2.7. Cercetarea morfologică prin diagrame de idei 143
7.2.8. Cercetarea morfologică prin elaborarea obiectului generalizat al creației tehnice 144
BIBLIOGRAFIE 144

CAPITOLUL VIII

METODELE LOGICE-COMBINATORICE-DEDUCTIVE ALE INVENTICII 146

8.1. Metoda matricelor morfologice de idei Zwicky-Moles 146
8.1.1. Listarea 146
8.1.2. Analiza combinatorie 147
8.1.3. Evaluarea soluțiilor 147
8.1.4. Exemplu de caz real de aplicare a metodei morfologice Zwicky-Moles 147
8.2. Metoda obiectului generalizat al creației tehnice 148
8.2.1. Listarea și stabilirea ansamblelor formatoare 150
8.2.2. Schematizarea principală a elementelor formatoare . . . 151
8.2.3. Elaborarea obiectului generalizat al creației 152
8.2.4. Eliminarea variantelor incompatibile 154
8.2.5. Evidențierea variantelor aparent incompatibile 157
8.2.6. Evidențierea, evaluarea și critica variantelor existente . . 157
8.2.7. Restrîngerea obiectului creației tehnice 164
8.2.8. Analiza inginerească a variantelor constructiv-funcțional-tehnologice posibile 165
8.2.9. Detalierea variantei optime folosind tehnicile de creație . . 170
BIBLIOGRAFIE 172

CAPITOLUL IX

ANALIZA INGINEREASCĂ A NOII SOLUȚII 173

9.1. Expertiza brevetabilității și a purității de brevet 173
9.1.1. Stabilirea condițiilor expertizei 176
9.1.2. Analiza particularităților legislației invențiilor din țările care interesează 176
9.1.3. Alegerea și selectarea documentației de bază pentru expertiză . 177
9.1.4. Căutarea și selectarea descrierilor de invenții 177
9.1.5. Analiza detaliată a descrierilor selectate 178
9.1.6. Fundamentarea rezultatelor expertizei 179
9.1.7. Elaborarea protocolului asupra expertizei 179
9.1.8. Exemplu de analiză detaliată a unei descrieri selectate și a brevetabilității 181
9.2. Precizarea problemei de analiză inginerească 186
9.3. Elaborarea modelului fizico-matematic și proiectarea și realizarea modelului experimental (funcțional) 187
9.3.1. Aproximările admise 188
9.3.2. Estimarea ordinului de mărime în vederea aproximării . . . 189
9.3.3. Proiectarea, realizarea și experimentarea modelului experimental (funcțional) 190
9.4. Aplicarea principiilor fizicii și culegerea datelor 191
9.5. Calculele și verificarea acestora 194
9.6. Evaluarea și generalizarea noii soluții. Prezentarea rezultatelor și a recomandărilor 194
9.7. Brevetarea 195
9.8. Exemplu de analiză inginerească în construcția de mașini . . 195
BIBLIOGRAFIE 198

CAPITOLUL X

ELABORAREA DESCRIERILOR DE INVENȚII 200

10.1. Definirea invenției 200
10.2. Clasificarea invențiilor 201
10.3. Normele de redactare a descrierilor de invenții. . . . 203
10.4. Exemplu de descriere de invenție 214
10.5. Redactarea descrierilor de invenție pentru brevetarea în străinătate. 222
10.6. Exemplu de redactare a unei invenții brevetate în S.U.A. . 223
BIBLIOGRAFIE 230

CAPITOLUL XI

LEGISLAȚIA CREAȚIEI TEHNICE. 231

11.1. Scurt istoric asupra legislației privind proprietatea intelectuală. 231
11.2. Legislația românească actuală privind invențiile . . . 232
11.3. Reglementări privind implementarea progresului tehnic. . . 233
BIBLIOGRAFIE 234

CAPITOLUL XII

OPTIMIZAREA 235

12.1. Conținutul procesului de optimizare 237
12.2. Optimizarea prin metoda diferențierii 239
12.3. Optimizarea prin metoda variabilelor dublate. 242
12.4. Optimizarea prin metoda multiplicatorilor lui Lagrange . 243
12.5. Metode numerice de optimizare. 246
12.5.1. Metoda căutării unilaterale alternative. 247
12.6. Metoda programării liniare. 249
12.7. Optimizarea prin calcul variațional 251
12.8. Optimizarea globală. 254
12.8.1. Optimizarea globală absolută. 255
12.8.2. Metode de apropiere a soluției optime de soluția optimă globală absolută. 259
BIBLIOGRAFIE 267

CAPITOLUL XIII

ANALIZE DE CAZURI DE PROCESE INVENTIVE 268

13.1. Exemplu din domeniul sculelor așchietoare și al procedeelor de ascuțire a acestora ; burghiul ELBITOR și procedeul de realizare. 268
13.2. Exemplu din domeniul mecanismelor de acționare fără motor și al bicicletelor. 282
BIBLIOGRAFIE 292

